MANUAL DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO

ÍNDICE

Especificação **Página**

1. Introdução

Esta Norma tem por objetivo apresentar todos os materiais padronizados e utilizados pelas empresas de distribuição da Eletrobrás.
Os materiais, que incluem equipamentos e ferramentas, são aplicados em redes de distribuição aéreas protegidas e isoladas, em média e baixa tensão.

A norma permite aos seus usuários o conhecimento das características dos materiais, visando sua melhor utilização e controle de qualidade alem de atender o processo de aquisição.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

CABOS DE ALUMÍNIO COBERTOS PARA MÉDIA TENSÃO

ET-001

Revisão	Alterações	Data	Responsável
01	Emissão Inicial	30/07/2012	Adjar Barbosa

Elaborado	Aprovado	Projeto

ÍNDICE

CAPÍTULO **PÁGINA**

TÍTULO: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS

1. OBJETIVO

Esta Especificação estabelece os critérios e as exigências técnicas mínimas aplicáveis à fabricação e ao recebimento de cabos de potência, unipolares, cobertos, para 8,7/15 kV e 15/25 kV, bloqueados, para redes de distribuição aéreas protegidas, nas empresas de distribuição da Eletrobras:

- AMAZONAS ENERGIA
- CEAL
- CEPISA
- CERON
- ELETROCRE
- BOA VISTA ENERGIA.

Este documento foi elaborado com base na especificação do CODI nº 3.2.18.23.0.

2. REFERÊNCIAS

2.1. Legislação Federal sobre o meio ambiente

Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: do Meio Ambiente.

2.2. Normas técnicas

- ABNT-NBR 5118 (EB-291) - Fios de alumínio nus de seção circular para fins elétricos - Especificação
- ABNT-NBR 5426 (NB-309-01) - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimentos
- ABNT-NBR 5456 (TB-19-01) - Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT-NBR 5471 (TB-19-19) - Condutores elétricos - Terminologia
- ABNT-NBR 6236 (EB-1210) - Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos - Especificação.
- ABNT-NBR 6238 (MB-1293) - Fios e cabos elétricos - Envelhecimento térmico acelerado - Método de ensaio
- ABNT-NBR NM-IEC 60811-1-1 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolação e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas
- ABNT-NBR 6246 (MB-1420) - Fios e cabos elétricos - Dobramento a frio - Método de ensaio ABNT-NBR NM 280 - Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD)
- ABNT-NBR 6810 (MB-1466) - Fios e cabos elétricos - Tração à ruptura em componentes metálicos - Método de ensaio
- ABNT-NBR 6814 (MB-1473) - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica - Método de ensaio
- ABNT-NBR NM-IEC 60811-1-3 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolação e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 3: Métodos para a determinação da densidade de massa - Ensaios de absorção de água - Ensaio de retração
- ABNT-NBR 7104 (MB-1594) - Fios e cabos elétricos - Determinação do teor de negro de fumo e/ou conteúdo de componente mineral em polietileno - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7271 (EB-1113) - Cabos de alumínio para linhas aéreas - Especificação
- ABNT-NBR 7272 (MB-1275) - Condutor elétrico de alumínio - Ruptura e característica dimensional - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7291 (MB-1535) - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência à fissuração - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7292 (MB-1469) - Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação do grau de reticulação - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7300 (MB-1650) - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistividade volumétrica - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7307 (MB-1654) - Fios e cabos elétricos - Ensaio de fragilização - Método de ensaio
- ABNT-NBR 9511 (PB-1238) - Cabos elétricos - Raio mínimo de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento - Padronização
- ABNT-NBR 9512 (MB-2525) - Fios e cabos elétricos - Intemperismo artificial sob condensação de água, temperatura e radiação ultravioleta-B proveniente de lâmpadas fluorescentes - Método de ensaio

- ABNT-NBR 10296 (MB-2825) - Material isolante elétrico - Avaliação de sua resistência ao trilhamento elétrico e erosão sob severas condições ambientais - Método de ensaio
- ABNT-NBR 11137 (PB-1376) - Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas - Padronização
- ABNT-NBR 11788 (EB-2084) - Conectores de alumínio para ligações aéreas de condutores elétricos em sistemas de potência - Especificação
- ABNT-NBR - 11873/91 Cabos Aéreos Cobertos com XLPE para Uso em Regiões Arborizadas com Tensões de 15kV e 25kV - Especificação;
- CODI-3.2.18.23.0 - Especificação de cabos cobertos para rede compacta com espaçadores - 15 kV ANSI C119-4 - Electric connectors - Connectors to use between aluminum-to-aluminum or aluminumto-copper bare overhead conductors
- ASTM D150 - Standard test methods for ac loss characteristics and permittivity (dielectric constant) of solid electrical insulation
- ASTM D3418 - Standard test method for transition temperatures of polymers by differential scanning calorimetry
- ASTM G154 - Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials
- ASTM G155 - Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of nonmetallic materials
- BS 2782-Part 8 - Methods for the assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope
- IEC 60183 - Guide to the selection of high-voltage cables IEC 60228 - Conductors of insulated cables
- ISO 2859-1 - Sampling procedures for inspection by attributes - Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection.

NOTAS:

1) Devem ser consideradas aplicáveis as últimas revisões dos documentos listados acima, na data da abertura da licitação.
2) É permitida a utilização de normas de outras organizações desde que elas assegurem qualidade igual ou superior à assegurada pelas normas apresentadas anteriormente e que não contrariem esta Especificação. Se forem adotadas, elas devem ser citadas nos documentos da proposta e, caso a ELETROBRAS julgue necessário, o proponente deve fornecer uma cópia.
3) Todos os documentos técnicos citados como referência devem estar à disposição do inspetor ou diligenciador da ELETROBRAS no local da inspeção.

3. DEFINIÇÕES

3.1. Geral

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão definidos na ABNT-NBR 5456 e na ABNTNBR 5471, e são complementados pelas definições de 3.2 a 3.4.

3.2. Cabo coberto

Cabo dotado de cobertura protetora extrudada de material polimérico, visando à redução da corrente de fuga em caso de contato acidental do cabo com objetos aterrados e diminuição do espaçamento entre condutores.

3.2.1. Trilhamento elétrico (tracking)

Fenômeno produzido na superfície externa da cobertura do cabo, devido à circulação de corrente elétrica de fuga, originada pelo surgimento de uma diferença de potencial entre dois pontos dessa superfície.
A região da cobertura do cabo, percorrida por essa corrente, tem sua resistência superficial aumentada em decorrência do aquecimento e do ressecamento produzidos no local.
A etapa seguinte do processo é a carbonização do composto, em função dos micro arcos localizados que se formam na região afetada.
Progressivamente, a superfície carbonizada do material torna o campo elétrico cada vez mais irregular, resultando em elevações sucessivas da resistência superficial e, consequentemente, levando o composto polimérico à degradação e à deterioração.

3.3. Condutor bloqueado

Condutor cujos interstícios são preenchidos ao longo de todo o seu comprimento, com a finalidade de conter o ingresso longitudinal de água no seu interior.

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1. Dados técnicos

O fornecedor deve atender às exigências comerciais da ELETROBRAS e enviar, junto com a proposta, os dados técnicos relacionados no Anexo.

4.2. Condições de serviço

Os cabos cobertos devem ser projetados para suportar as seguintes condições normais de serviço:

a) Instalação em sistemas trifásicos a quatro fios, com neutro multiaterrados e solidamente aterrado, 60 Hz, com tensões fase-fase e fase-terra de 13,8 kV/7,9 kV (classe 15 kV);
b) Altitude não superior a 1200 m;
c) Temperatura ambiente entre 0^{0}C e 40^{0}C;
d) Temperatura de operação em regime permanente de 90^{0}C (XLPE);

e) Temperatura de operação em regime de curto-circuito de 250^{0}C (XLPE);
f) Umidade relativa do ar de, no mínimo, 60%;
g) Instalação em locais arborizados, com exposição ao sol e à chuva, o que pode favorecer o desenvolvimento de trilhamento elétrico.

4.3. Características construtivas

4.3.1. Formação do cabo

O cabo completo é constituído por:

a) Condutor: formado por fios de alumínio;
b) Cobertura: camada protetora extrudada de composto polimérico.

4.3.2. Condutor

a) O condutor deve atender às seguintes exigências:
b) Ser constituído por fios de alumínio com diâmetro uniforme e acabamento industrial isento de fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias, inclusões e outros defeitos que possam comprometer o desempenho do cabo;
c) Apresentar encordoamento uniforme e em coroas sucessivas, com sentido para a direita na coroa externa. O condutor pronto não deve apresentar falhas de encordoamento;
d) As emendas, se necessárias, são permitidas apenas nas seguintes condições:
   - Durante a trefilação do fio de alumínio, nas condições definidas na ABNT-NBR 5118, desde que espaçadas de, pelo menos, 15 m de qualquer outra emenda, em qualquer coroa. No caso de emendas feitas por solda elétrica (de topo), deve ser efetuado tratamento térmico de recozimento do condutor no trecho emendado numa extensão de 200 mm, no mínimo, de cada lado da emenda;
   - Durante o encordoamento do cabo, desde que sejam atendidas as exigências da ABNTNBR NM 280.

4.3.3. Cobertura

A cobertura deve atender às seguintes exigências:

a) Ser de composto termofixo extrudado de polietileno reticulado (XLPE), resistente ao trilhamento elétrico e ao intemperismo;
b) Ser contínua e homogênea ao longo de todo o comprimento do cabo, ficar perfeitamente justaposta e concêntrica em relação ao condutor (e à blindagem, quando existir) e apresentar superfície lisa, cilíndrica, isenta de porosidades, trincas e de materiais estranhos e contaminantes;
c) Ter espessura que garanta o nível de suportabilidade dielétrica do cabo;
d) Ter superfície externa com características adequadas para prover o cabo de resistência às intempéries, ao trilhamento elétrico, à radiação ultravioleta e à abrasão mecânica.

4.4. Identificação

A cobertura do cabo deve receber, ao longo de todo o seu comprimento, uma marcação legível e indelével, em intervalos regulares de 500 mm, com caracteres que não favoreçam o trilhamento elétrico, contendo as seguintes informações mínimas:

a) Nome e/ou marca do fabricante;
b) Classe de tensão (15 kV);
c) Material (al) e seção nominal do condutor, em mm^2;
d) Material da cobertura (XLPE);
e) Os dizeres "cabo não isolado - não tocar" e "bloqueado";
f) Mês e ano de fabricação.

4.5. Acondicionamento

4.5.1 Os cabos devem ser embalados em carretéis de madeira, adequados ao transporte rodoviário, ferroviário ou marítimo, ao armazenamento ao tempo e às operações usuais de manuseio.

4.5.2 Os carretéis devem ser isentos de defeitos, trincas, rachaduras ou qualquer outro tipo de defeito e sem pregos ou parafusos que possam vir a danificar o cabo.

NOTA:

1) Os pregos utilizados na construção dos discos laterais devem ter suas cabeças embutidas e as pontas dobradas, e ser cravados da face interna para a face externa dos discos;
2) Ser fabricados com madeiras preservadas de acordo com a ABNT-NBR 6236;
3) Ter dimensões de acordo com a ABNT-NBR 11137;
4) Ter preferencialmente lances de 500 m, para os fornecimentos para a ELETROACRE.
5) Ter massa bruta não superior a 1000 kg.

4.5.3 Os lances dos cabos devem ter comprimento mínimo de 400 m e máximo de 600 m, sendo que a variação permitida nos comprimentos dos lances de cabo não deve ser superior a 2%.

4.5.4 Não deve haver mais do que um lance de cabo no mesmo carretel.

4.5.5 Os carretéis devem ser marcados, de forma legível e indelével, com as seguintes informações:

a) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
b) Sigla da empresa indicada no item 1.2 ;
c) Número do pedido de compra;
d) Número de série do carretel;
e) Identificação completa do cabo, conforme a seção 4.4;
f) Comprimento nominal do lance do cabo no carretel, em metros;
g) Massas líquida e bruta, em kg;
h) Mês e ano de fabricação.
i) Dimensões do carretel;

j) Outras informações que o pedido de compra exigir.

NOTA:

1) A identificação deve ser feita com placas de alumínio ou de material polimérico, gravadas de forma permanente e fixadas em ambos os discos laterais com pregos do tipo helicoidal.
2) Os discos laterais dos carretéis devem ser marcados em relevo ou em sulco com uma seta indicando o sentido de desenrolamento do cabo.
3) O fornecedor brasileiro deve numerar os diversos carretéis e anexar, à Nota Fiscal, uma relação descritiva do conteúdo individual de cada um (romaneio).

4.6. Garantia

O fornecedor deve dar garantia de 24 meses a partir da data de fabricação ou de 18 meses após a data de início de utilização, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de material, fabricação e acondicionamento dos cabos ofertados.

NOTA: O prazo decorrido entre as datas de fabricação e de entrega deve ser inferior a 3 meses.

4.7. Meio ambiente

4.7.1 Em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos cabos cobertos devem ser rigorosamente cumpridas a legislação ambiental brasileira e as demais legislações estaduais e municipais aplicáveis.

4.7.2 A ELETROBRAS poderá verificar, nos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das Licenças de Operação da unidade industrial dos fornecedores e subfornecedores.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Condutor

5.1.1 Os fios de alumínio que formam o condutor devem:

a) Ter têmpera H19, conforme a ABNT-NBR 5118;
b) Ter condutividade mínima de 61% IACS, a 20ºC;
c) Atender os requisitos da ABNT-NBR 5118, antes do encordoamento.

5.1.2 O condutor deve:

a) Ser encordoado e compactado, de acordo com a ABNT-NBR NM 280 ou a IEC 60228;
b) Ter características físicas e mecânicas conforme a Tabela 1;
c) Ter resistência elétrica em corrente contínua a 20ºC, por unidade de comprimento, não superior ao valor máximo indicado na Tabela 1;
d) Ter construção bloqueada, com os interstícios entre os fios componentes preenchidos com material compatível, química e

termicamente, com os componentes do cabo. O fornecedor deve garantir essa compatibilidade

5.2 Cobertura

5.2.1 A espessura da cobertura deve ser de no mínimo 3,0 mm.
5.2.2 A espessura média da cobertura, em qualquer seção transversal do cabo, não deve ser inferior ao valor nominal acima especificado.
5.2.3 A espessura mínima da cobertura, em qualquer seção transversal do cabo, não deve diferir do valor nominal em mais do que 0,1 mm + 10%.
5.2.4 As características físicas e elétricas da cobertura estão indicadas nas Tabelas 2 e 3.
5.2.5 A temperatura de fusão do material da cobertura deve ser de, no mínimo, 105ºC e não deve haver pontos de transição em temperaturas abaixo daquela (na faixa de temperaturas do ensaio). A temperatura de início de degradação do XLPE não deve ser inferior a 245ºC.

5.3 Blindagem semicondutora do condutor

Não será exigida a utilização de blindagem semicondutora nos cabos especificados por esse documento.

5.4 Cabo coberto pronto

O diâmetro externo do cabo deve atender aos limites na tabela 1

6. INSPEÇÃO

6.1 Geral

6.1.1 A inspeção compreende a execução dos ensaios de recebimento, ou seja, os de rotina e os de tipo, estes últimos quando exigidos pela ELETROBRAS no Pedido de Compra.
6.1.2 Se exigidos, os ensaios de tipo devem atender aos seguintes requisitos:

a) devem ser realizados em laboratório de instituição oficial ou no laboratório do fornecedor desde que, nesse último caso, tenha sido previamente homologado pela ELETROBRAS;
b) devem ser aplicados, em qualquer hipótese, em amostras escolhidas aleatoriamente e retiradas da linha normal de produção pelo inspetor da ELETROBRAS ou por seu representante legal;
c) devem ser acompanhados, em qualquer hipótese, pelo inspetor da ELETROBRAS ou por seu representante legal.

6.1.3 De comum acordo com a ELETROBRAS, o fornecedor poderá substituir a execução de qualquer ensaio de tipo pelo fornecimento do relatório do mesmo ensaio, executado em cabos cobertos idênticos aos ofertados e que atenda aos requisitos de 6.1.2.
6.1.4 A ELETROBRAS se reserva o direito de efetuar os ensaios de tipo para verificar a conformidade do material com os relatórios de ensaio exigidos com a proposta.

6.1.5 O fornecedor deve dispor de pessoal e aparelhagem, própria ou contratada, necessária à execução dos ensaios (em caso de contratação, deve haver aprovação prévia da ELETROBRAS).

6.1.6 ELETROBRAS se reserva o direito de enviar inspetor devidamente credenciado, com o objetivo de acompanhar qualquer etapa de fabricação e, em especial, presenciar os ensaios, devendo o fornecedor garantir ao inspetor da ELETROBRAS livre acesso a laboratórios e aos locais de fabricação e de acondicionamento.

6.1.7 O fornecedor deve assegurar ao inspetor da ELETROBRAS o direito de se familiarizar, em detalhe, com as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar os ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar nova inspeção e exigir a repetição de qualquer ensaio.

6.1.8 O fornecedor deve informar à ELETROBRAS, com antecedência mínima de 10 dias úteis, a data em que o material estará pronto para inspeção.

6.1.9 O fornecedor deve apresentar, ao inspetor da ELETROBRAS, certificados de aferição dos instrumentos de seu laboratório ou do contratado a serem utilizados na inspeção, medições e ensaios do material ofertado, emitidos por órgão homologado pelo INMETRO, ou por organização oficial similar de outros países. A periodicidade máxima dessa aferição deve ser de um ano, podendo acarretar a desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência. Períodos diferentes do especificado poderão ser aceitos, mediante acordo prévio entre a ELETROBRAS e o fornecedor.

6.1.10 Todas as normas técnicas, especificações e desenhos citados como referência devem estar à disposição do inspetor da ELETROBRAS, no local da inspeção.

6.1.11 Os subfornecedores devem ser cadastrados pelo fornecedor sendo este o único responsável pelo controle daqueles, devendo ser assegurado à ELETROBRAS o acesso à documentação de avaliação técnica referente a esse cadastro.

6.1.12 A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:

a) Não eximem o fornecedor da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta Especificação;
b) Não invalidam qualquer reclamação posterior da ELETROBRAS a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.
c) Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fornecedor e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fornecedor.

6.1.13 A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fornecedor de cumprir as datas de entrega prometidas. Se, na opinião da ELETROBRAS, a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas previstas, ou se tornar evidente que o fornecedor não será capaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta Especificação, a ELETROBRAS se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e de obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fornecedor será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

6.1.14 Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fornecedor, sem ônus para a ELETROBRAS. Tais unidades correspondem aos valores apresentados na coluna "Ac" da Tabela 4.

6.1.15 O custo dos ensaios de rotina deve ser por conta do fornecedor.

a) A ELETROBRAS se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade:
b) Da ELETROBRAS, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção;
c) Do fornecedor, em caso contrário.

6.1.16 Os custos da visita do inspetor da ELETROBRAS (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativo) correrão por conta do fornecedor nos seguintes casos:
a) Se o material estiver incompleto na data indicada na solicitação de inspeção;
b) Se o laboratório de ensaio não atender às exigências de 6.1.5, 6.1.9 e 6.1.10;
c) Se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sede do fornecedor;
d) Devido à reinspeção do material por motivo de recusa nos ensaios.

6.2 Ensaios de Rotina

6.2.1 Inspeção Visual

6.2.1.1 Antes de serem efetuados os demais ensaios de rotina, o inspetor da ELETROBRAS deve efetuar uma inspeção visual para verificar:

a) Características gerais do cabo;
b) Identificação do cabo, conforme seção 4.4;
c) Acondicionamento e identificação dos carretéis, conforme seção 4.5;
d) Comprimento dos lances do cabo em cada carretel, conforme seção 4.5.a não conformidade do carretel e/ou do cabo com quaisquer um dos requisitos de 6.2.1.1 implicará na rejeição desses materiais.

6.2.2 Verificação Dimensional

6.2.2.1 Os diâmetros dos fios e do cabo pronto devem ser verificados conforme a ABNT-NBR NM-IEC 60811-1-1.

6.2.2.2 A verificação da espessura da cobertura deve estar de acordo com o indicado na seção 5.2.

6.2.2.3 Constitui falha o não atendimento às exigências dimensionais apresentadas nas seções 5.1 a 5.4, devendo o cabo ser rejeitado.

6.2.3 Resistência elétrica do condutor

6.2.3.1 A resistência elétrica do condutor deve ser medida conforme a ABNT-NBR 6814.

6.2.3.2 O cabo deve ser considerado aprovado no ensaio se atender às exigências da seção 5.1.2.

6.2.4 Tensão elétrica aplicada no cabo

6.2.4.1 O ensaio deve ser realizado de acordo com a ABNT-NBR 11873. 6.2.4.2

6.2.4.2 O cabo deve ser considerado aprovado no ensaio desde que não apresente perfuração quando submetido à tensão elétrica alternada especificada na Tabela 3.

6.2.5 Tensão elétrica aplicada na superfície da cobertura

6.2.5.1 O ensaio deve ser realizado utilizando-se corpos-de-prova, devendo ser retirado um corpo-de-prova de cada carretel selecionado como amostra. Cada corpo-de-prova deve ter comprimento de, pelo menos, 300 mm e deve ser imerso em água à temperatura ambiente durante, pelo menos, 30 minutos.

6.2.5.2 A seguir, os corpos-de-prova devem ser retirados da água e enxugados, devendo ser então enrolados fios de cobre de diâmetro aproximado de 1 mm em torno dos corpos-de-prova, em dois pontos equidistantes das extremidades e separados entre si por uma distância de 150 mm, que serão usados como eletrodos para aplicação da tensão elétrica.

6.2.5.3 A resistividade superficial da cobertura deve ser tal que os valores de tensão eficaz de 15 kV (cabos classe 15 kV) com valores de frequência entre 48 Hz e 62 Hz, aplicados durante 1 minuto, não resulte em arco elétrico, nem em queima do material da cobertura, nem em emissão de fumaça, para que o cabo seja considerado aprovado no ensaio.

6.2.6 Resistência da cobertura ao trilhamento elétrico (cabo coberto novo)

6.2.6.1 O ensaio deve ser realizado em conjunto(s) constituído(s) por cinco corpos-de-prova novos, conforme Tabela 4, de comprimentos iguais a 15 cm cada um, retirados de amostra de cabo ·pronto. Deve-se retirar um corpo-de-prova de cada um dos cinco diferentes carretéis escolhidos do lote produzido.

6.2.6.2 Os corpos-de-prova devem ser lixados com lixa de carbeto de silício, granulação 400, sendo importante a remoção de todo o brilho da superfície do cabo, bem como dos eventuais resíduos metálicos.

6.2.6.3 O ensaio deve ser executado conforme a ABNT-NBR 10296, método 2, critério A, sendo que o fluxo do líquido contaminante deve ser de 0,11 ml/minuto.

6.2.6.4 Constitui falha a ocorrência de qualquer uma das seguintes situações, em qualquer um dos corpos-de-prova ensaiados,

com tensão de trilhamento de valor igual a até o valor especificado na Tabela 3:

a) Interrupção do circuito de teste de algum dos corpos-de-prova, por atuação automática de seu disjuntor;
b) Erosão do material de algum dos corpos-de-prova, que descaracterize o circuito de teste;
c) Acendimento de chama no material de algum dos corpos-de-prova

6.2.6.5 A ocorrência de qualquer falha, conforme 6.2.6.4 implica na rejeição do lote.

6.2.7 Temperatura de fusão do material da cobertura

6.2.7.1 O ensaio deve ser realizado por calorimetria diferencial de varredura, conforme a norma ASTM D3418, cobrindo a faixa de temperaturas de -20°C a +350°C, com taxa de variação de 10°C/minuto, em conjunto(s) constituído(s) por três corpos-de-prova, conforme a Tabela 4.

6.2.7.2 Os corpos-de-prova devem ser preparados a partir da cobertura retirada de amostra de cabo completo. Cada um dos três corpos-de-prova, de cada conjunto deve ser obtido a partir de três carretéis do lote produzido.

6.2.7.3 Constitui falha a ocorrência de qualquer uma das seguintes situações:

a) Média dos valores obtidos para a temperatura de fusão dos corpos-de-prova inferior ao especificado, com ocorrência de pontos de transição abaixo desse valor; dos corpos-de-prova;
b) Ocorrência de pontos de transição abaixo da temperatura de fusão, na faixa de temperaturas do ensaio, em qualquer um dos corpos-de-prova;
c) Ocorrência de oxidação ou degradação do material em temperatura inferior a 245°C.

6.2.8 Tração e alongamento à ruptura da cobertura

6.2.8.1 O ensaio de tração e alongamento à ruptura, antes e após o envelhecimento dos corpos de prova em estufa a ar, deve ser executado de acordo com a ABNT-NBR 6238 e a ABNT-NBR NM-IEC 60811-1-1, e atender às exigências da Tabela 2, em conjunto(s) constituído(s) por cinco corpos-de-prova, conforme a Tabela 4, para cada ensaio.

6.2.8.2 Os corpos-de-prova de cada conjunto devem ser retirados de amostra de cabo completo, a partir de cinco carretéis escolhidos do lote produzido.

6.2.8.3 Devem ser determinadas as variações dos valores de resistência à tração e alongamento à ruptura, calculadas pela diferença entre os valores máximo e mínimo obtidos após envelhecimento e os respectivos valores máximo e mínimo obtidos sem envelhecimento, expressas como porcentagem destes últimos.

6.2.8.4 Constitui falha a ocorrência de variação de resistência à tração ou de alongamento à ruptura superior a 25%, tanto para os valores máximos quanto para os valores mínimos.

6.2.8.5 A ocorrência de falha, conforme a seção 6.2.8.4, implica rejeição do lote.

6.2.9 Alongamento ou deformação a quente da cobertura

6.2.9.1 O ensaio de alongamento a quente deve ser executado de acordo com a ABNT-NBR 7292 e atender às exigências da Tabela 2, devendo ser aplicados em conjunto(s) constituídos por cinco corpos-de-prova, conforme a Tabela 4.

6.2.9.2 Os corpos-de-prova devem ser retirados de amostra de cabo completo, a partir de cinco carretéis escolhidos do lote produzido.

6.2.9.3 O não atendimento aos requisitos da Tabela 2 implica rejeição do lote.

6.3 Ensaios de tipo

6.3.1 Ensaios de tipo não elétricos

6.3.1.1 Características físicas do composto da cobertura.

Os ensaios de tipo não elétricos que verificam as características físicas do composto da cobertura devem ser realizados de acordo com os procedimentos apresentados nas respectivas normas da ABNT apresentadas na Tabela 2.

6.3.1.2 Tração e alongamento à ruptura do condutor.

O ensaio deve ser executado observando-se as seguintes condições:

a) Devem ser ensaiados três corpos-de-prova de comprimento adequado à execução do ensaio, retirados de amostra de cabo completo;
b) As coberturas dos corpos-de-prova devem ser removidas e a superfície do condutor deve ser limpa, de modo a permitir sua avaliação durante o ensaio;
c) O ensaio deve ser executado conforme a ABNT-NBR 7272, considerando-se como resistência mecânica calculada (RMC) o valor de carga mínima de ruptura indicado na tabela 1;
d) Constitui falha o não atendimento, por qualquer um dos corpos-de-prova, dos requisitos desta especificação, bem como os da ABNT-NBR 7271.

6.3.1.3 Resistência da cobertura à abrasão.

O ensaio deve ser executado observando-se as seguintes condições:

a) Dois corpos-de-prova, retirados de amostra do cabo completo, devem ter comprimento suficiente para serem montados no dispositivo de ensaio, que deve estar de acordo com a Figura. A distância entre os pontos de fixação do corpo-de-prova deve ser de (100 _ 5) mm, medidos de centro a centro;
b) O dispositivo de ensaio deve ter um gume de atrito de tira de aço revestido com uma liga de cromo, dureza Rockwell de 61_1, cujo comprimento deve corresponder, pelo menos, ao diâmetro externo do cabo a ser testado. Os pesos a serem usados nos testes devem estar de acordo com a Figura, onde a massa indicada é a total, incluindo-se o dispositivo de sustentação do peso de teste;
c) A cobertura do cabo deve ser friccionada lateralmente pelo gume de atrito, através de um movimento horizontal de ida e de volta do mandril ou da própria unidade sob ensaio. A amplitude do movimento de oscilação deve ser de, no mínimo, 20 mm;
d) Cada corpo-de-prova deve ser submetido a dois ensaios. Em cada ensaio, o corpo de prova deve ser girado de 90 graus em torno do seu eixo, mas não deve ser movido para frente ou para trás. Cada ensaio deve ter a duração de 1000 ciclos, sendo que 20 a 30 ciclos devem ser realizados por minuto (cada ciclo corresponde a uma oscilação completa de ida e de volta);
e) Após a realização da cada ensaio, o corpo-de-prova deve ser medido, por meio de um instrumento de precisão adequado, para determinar a profundidade raspada pelo gume de atrito na cobertura;
f) Cada corpo-de-prova deve suportar, no mínimo, 1000 ciclos de abrasão, sem que a lâmina do dispositivo de ensaio chegue a cortar mais do que 0,25 mm da espessura da cobertura, para que o cabo seja considerado aprovado no ensaio.

6.3.1.4 Resistência à penetração longitudinal de água

O ensaio deve ser realizado observando-se as seguintes condições:

a) O ensaio deve ser realizado conforme metodologia e condições descritas na ABNT NBR 11873 - Anexo C, porém, com pressão de água de 10 kPa (equivalente a 1 m de coluna de água);
b) Durante a execução do ensaio, não deve ocorrer vazamento de água pelas extremidades do corpo-de-prova, através dos interstícios do condutor, para que o cabo seja considerado aprovado nesse ensaio.

6.3.1.5 Resistência ao intemperismo artificial

O ensaio deve ser executado observando-se as seguintes condições:

a) O ensaio deve ser realizado conforme a metodologia e condições estabelecidas na ASTM G155 (lâmpada xenônio), ou de acordo com a ABNT-NBR 9512 ou sua equivalente ASTM G154 (lâmpada fluorescente), ciclo de 4 horas de exposição à radiação UV-B a 70°C e 4 horas de exposição à condensação de água a 50°C;
b) A duração do ensaio para ambas as metodologias não deve ser inferior a 2000 h;
c) Dez corpos-de-prova devem ser preparados a partir de amostra de cabo completo, sendo cinco deles para avaliação do alongamento à ruptura antes do ensaio e os outros cinco para a mesma avaliação, porém, após o ensaio. Os cinco corpos-de-prova envelhecidos devem apresentar uma retenção de, pelo menos, 75% dos respectivos valores obtidos com os corpos-de-prova novos
d) Cinco corpos-de-prova adicionais devem ser preparados para a execução do ensaio de trilhamento elétrico previsto em 6.3.2.1

6.3.1.6 Ensaios de Tipos Elétricos

Resistência da cobertura ao trilhamento elétrico (cabo coberto envelhecido) O ensaio deve ser executado observando-se as seguintes condições:

a) o ensaio deve ser realizado em cinco corpos-de-prova, de comprimento igual a 15 cm cada um, envelhecidos em câmara de intemperismo artificial, conforme 6.3.1.5. Esses corpos-de-prova devem ser retirados dos mesmos carretéis utilizados para a retirada dos corpos-de-prova para execução do ensaio de 6.2.6;
b) as demais condições de ensaio devem seguir a metodologia estabelecida em 6.2.6;
c) o cabo deve suportar as condições de ensaio até o valor especificado na Tabela 3 para que seja considerado aprovado no ensaio.

Verificação da compatibilidade do material de bloqueio com as conexões O ensaio deve ser realizado observando-se as seguintes condições:

a) Deve ser preparado um laço em forma de "U", de acordo com a ABNT-NBR 11788 ou a ANSI C119-4, constituído por:
   - Condutor bloqueado, com a cobertura removida, e seção de 50 mm^2 ou 150 mm^2;
   - Quatro conectores derivação de compressão formato H, prensados com ferramentas de compressão mecânica ou hidráulica.

NOTA:

De comum acordo com a ELETROBRAS, o fornecedor poderá preparar outro laço constituído pelo mesmo cabo, porém, sem o material de bloqueio, para fins de comparação de resultados:

a) O ensaio deve ser executado conforme a ABNT-NBR 11788 ou a ANSI C119-4, com duração correspondente à classe A (500 ciclos), verificando-se os valores de resistência elétrica e de temperatura;
b) Os resultados obtidos devem ser considerados satisfatórios e o cabo aprovado nesse ensaio desde que sejam atendidas, simultaneamente, as seguintes condições:
   - Todos os valores medidos para a resistência e a temperatura atendam aos requisitos da ABNT-NBR 11788 ou da ANSI C119-4;
   - Não ocorra acendimento de chama do material do bloqueio;
   - Não ocorra gotejamento ou vazamento de material do bloqueio pelas bordas das conexões ou por entre os fios formadores do cabo;
c) Se qualquer um dos conectores não satisfizer qualquer uma das exigências mencionadas na alínea c anterior, um novo laço com o mesmo cabo deve ser preparado e o ensaio repetido;
d) Caso ocorra uma nova não conformidade, o cabo bloqueado deve ser recusado.

6.4 Relatórios dos ensaios

6.4.1 O relatório dos ensaios, a ser preparado pelo fornecedor, deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

a) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
b) Número do pedido de compra;
c) Identificação dos cabos cobertos ensaiados, conforme a seção 4.4;
d) Descrição sucinta dos ensaios;
e) Indicação de normas técnicas, instrumentos e circuitos de medição;
f) Memórias de cálculo, com resultados obtidos nos ensaios e eventuais observações;
g) Tamanho do lote, número e identificação das unidades (carretéis) amostradas e ensaiadas;
h) Datas de início e término dos ensaios e de emissão do relatório;
i) Nome do laboratório onde os ensaios foram executados;
j) Nomes legíveis e assinaturas do inspetor da Eletrobras e do responsável pelos ensaios.

6.4.2 Os cabos serão liberados pelo inspetor da ELETROBRAS somente quando lhe forem entregues três vias do relatório dos ensaios e três vias da lista de embarque e após a verificação da embalagem e sua marcação respectiva.

7. PLANOS DE AMOSTRAGENS

7.1 Ensaios de rotina

7.1.1 O tamanho da amostra e os critérios de aceitação e de rejeição para os ensaios de rotina devem estar de acordo com a Tabela 4.

7.1.2 De cada carretel selecionado como amostra devem ser retirados os corpos-de-prova, em número e tamanho adequados à execução de todos os ensaios previstos.

7.1.3 Se um corpo de prova for rejeitado em qualquer ensaio, este deverá ser repetido em dois outros corpos de prova do mesmo carretel. Ocorrendo nova falha, o carretel deve ser considerado defeituoso.

7.1.4 A quantidade total de carretéis defeituosos deve ser levada à Tabela 4, que definirá a aceitação ou a rejeição do lote.

7.1.5 A comutação do regime de inspeção ou qualquer outra consideração adicional deve ser feita de acordo com as recomendações da ABNT-NBR 5426 ou da ISO 2859-1.

7.2 Ensaios de tipo

7.2.1 Os corpos de prova devem ser retirados pelo fornecedor, na presença do inspetor da ELETROBRAS, a partir dos primeiros carretéis do lote produzido, em quantidade e comprimento adequados à realização de todos os ensaios previstos nesta Especificação.

7.2.2 A ocorrência de resultados insatisfatórios em qualquer um dos ensaios de tipo

7.2.3 implicará na reprovação de todo o lote de cabo coberto sob fornecimento.

8. TABELAS

8.1 Tabela 1 - Características Físicas e Elétricas dos Cabos Cobertos

Seção Nominal	Formação (Nota 1)	Diâmetro Nominal do Condutor	Diâmetro Externo Máx. (sobre cobertura)		Resistência Mín. a Tração (Nota 2)	Resistência Elétrica Máx. em cc. a 20ºC	Massa por Unid. Comprimento	
			15kV	25 kV			15kV	25 kV
mm^2	Nº de Fios	mm	mm		Dan	Ω/km	kg/km	
35	6 c	7,1	13,8	17,4	455	0,868	210	240
50	6 c	8,2	14,9	18,5	650	0,641	260	320
95	15 c	11,4	18,1	21,7	1235	0,320	450	505
150	15 c	14,2	21,0	24,5	1950	0,206	590	640
185	30 c	16,3	23,0	26,7	2405	0,164	720	780

Nota:
1 - C: Condutor redondo compacto
2 - Valores obtidos com base na resistência mínima de 130 Mpa

8.2 Tabela 2 - Requisitos físicos da cobertura de XLPE

Item	Característica	Valor	Unid.	Norma aplicável
1	Ruptura sem envelhecimento: - resistência à tração mínima - alongamento à ruptura mínimo	12,5 200	MPa %	ABNT-NBR NM-IEC 60811-1-1
2	Ruptura após envelhecimento em estufa a ar: - temperatura - duração - variação máx. permissível (tração/ alongamento)	135±3 168 25	°C h %	ABNT-NBR 6238
3	Alongamento à quente : - temperatura - tempo sob carga - solicitação mecânica - alongamento máximo sob carga - alongamento máximo após resfriamento	200±3 15 0,20 175 15	°C Min. MPa. % %	ABNT-NBR 7292
4	Retração ao calor: - temperatura - duração - retração máxima permissível	130±3 1 4	°C h %	ABNT-NBR NM-IEC 60811-1-3
5	Absorção de água (método gravimétrico): - temperatura - duração - variação máxima de massa	85±3 14 0,75	°C Dias %	ABNT-NBR NM-IEC 60811-1-3
6	Constante dielétrica (máxima)	2,8	-	ASTM D150

8.3 Tabela 3 - Requisitos elétricos da cobertura

Item	Característica	Valor	Unid.
1	Tensão Elétrica aplicada entre o condutor Fase e a água – Tempo mínimo de imersão antes do ensaio – Frequência de tensão de ensaio – Tempo de aplicação da tensão de ensaio – Tensão de ensaio (cabo 15kV)	1 48 a 62 5 18	H Hz Min. kV
2	Tensão de trilhamento elétrico: – Cabo novo (mínimo). – Cabo envelhecido em câmara de intemperismo artificial	2,75 2,5	kV kV

8.4 Tabela 4 - Planos de amostragem para os ensaios de rotina

Tamanho do Lote	–Inspeção visual. –Tensão aplicada na superfície. –Verificação dimensional	–Trilhamento elétrico. –Temperatura de fusão. –Tração e alongamento à ruptura. –Alongamento (ou deformação) a quente	–Resistência elétrica. –Tensão aplicada no cabo

	Amostra				Quantidade de conjuntos de corpos-de-prova (Nota 1)	Amostra
nº de carretéis	Sequencia	Tamanho	Ac	Re		
Até 30	-	3	0	1	-	100% dos carretéis do lote
31 a 150	-	5	0	1	1	
51 a 150	1ª	13	0	2	2	
	2ª	13	1	2		
151 a 280	1ª	20	0	3	3	
	2ª	20	3	4		
281 a 500	1ª	32	1	4	4	
	2ª	32	4	5		
501 a 1200	1ª	50	2	5	5	
	2ª	50	6	7		

NOTAS:

1 - Conjuntos formados por cinco ou três corpos-de-prova, conforme requerido pelos respectivos ensaios.

2 - Especificação do plano de amostragem, conforme a ABNT-NBR 5426 ou a ISO 2859-1:

- Regime de inspeção normal, amostragem dupla, nível de inspeção II, NQA 2,5 %.

3 - Ac - Número de aceitação: número de carretéis defeituosos que ainda permite aceitar o lote;

Re - Número de rejeição: número de carretéis defeituosos que implica rejeição do lote;

4 - Se a amostra requerida for igual ou maior que o número de carretéis constituintes do lote, efetuar inspeção cem por cento.

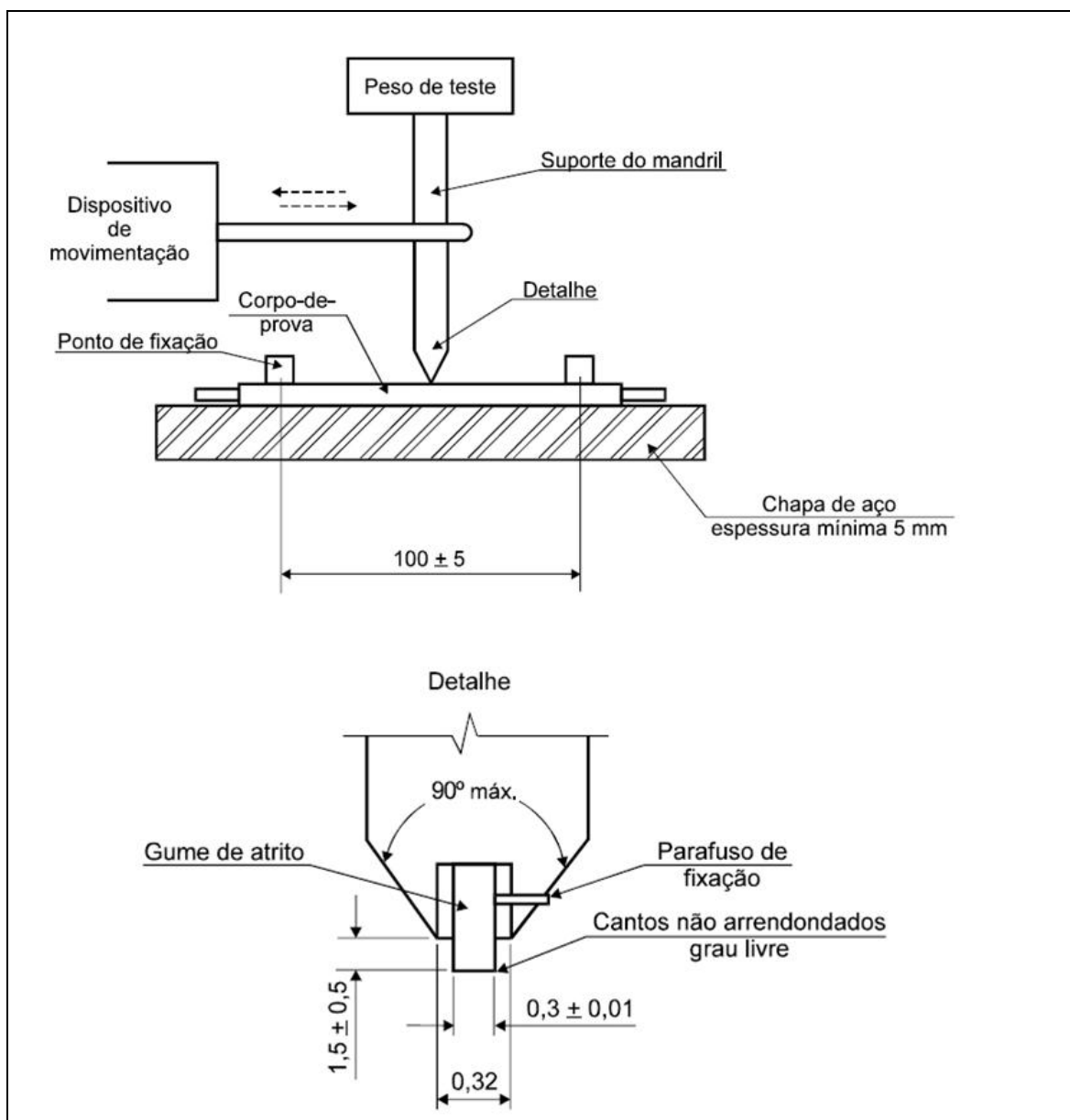
5 - Procedimento para amostragem dupla:

Inicialmente, ensaiar um número de unidades igual ao da primeira amostra obtida na Tabela. Se o número de unidades defeituosas encontradas estiver compreendido entre "Ac" e "Re" (excluídos esses valores), deve ser ensaiada a segunda amostra. O total de unidades defeituosas encontrado após terem sido ensaiadas as duas amostras deve ser menor ou igual ao maior "Ac" especificado na Tabela para permitir a aceitação do lote.

9. FIGURAS

9.1 FIGURA 1 - DISPOSITIVA PARA O ENSAIO DE ABRASÃO DA COBERTURA

Peso de teste
Suporte do mandril
Dispositivo de movimentação
Corpo-de-prova
Detalhe
Ponto de fixação
Chapa de aço espessura mínima 5 mm
100 ± 5

Detalhe
90º máx.
Gume de atrito
Parafuso de fixação
Cantos não arrendondados grau livre
1,5 ± 0,5
0,3 ± 0,01
0,32

Diâmetro Externo do Cabo - d mm	Massa Total do Peso de Ensaio ± 5% -g
d ≤ 13	400
13 < d ≤ 16	500
16 < d ≤ 19	600
19 < d ≤ 22	700
22 < d	800

10 ANEXOS

9.1. ANEXO 1 - DADO TÉCNICO E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

Cabos de Alumínio Cobertos para Média Tensão

Especificação aplicável :

Nome do Fornecedor: . ... N0 da Proposta : ....

Nome do Fabricante: . ...

Número do Edital de Licitação: .... Item :...

Número da Concorrência:.. Tipo do Cabo : ....

Número de Unidades:. .... Data : ..../......./......

Item	Descrição	Valores e unidades
1.	Condutor	
1.1	Material	....
1.2	Seção nominal	.... .mm2
1.3	Formação	
1.4	Resistência à tração dos fios antes do encordoamento	.... N/mm2
1.5	Têmpera	....
1.6	Classe de encordoamento	....
1.7	Diâmetro do condutor	.... mm
1.8	Resistência elétrica a 20°C em cc	.... Ω/km
1.9	Material do bloqueio	....
1.10	Módulos de elasticidade: a) inicial b) final	.... MPa .... MPa
1.11	Coeficiente de dilatação linear	.... ^{J} C^{-1}
2.	Cobertura	
2.1	Material	....
2.2	Temperaturas máximas no condutor em: a) regime permanente b) curto-circuito	.... °C .... °C
2.3	Espessura/classe de tensão	...........mm /........kV
2.4	Cor	....
3.	Cabo completo	
3.1	Capacidade de condução de corrente: - temperatura ambiente de 30oC e velocidade de vento de 2,2 km/h	.... A
3.2	Massa	.... kg/km
4. 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6 4.7	O fornecedor deve anexar à sua proposta cópia do relatório dos seguintes ensaios de tipo, realizados por órgão ou entidade qualificada e/ou credenciada, aplicados em cabos idênticos aos ofertados e cuja realização tenha sido acompanhada por inspetor da CONTRATANTE: - características físicas do composto da cobertura e da semicondutora; - tração e alongamento à ruptura do condutor; - resistência da cobertura à abrasão; - resistência à penetração longitudinal de água; - resistência ao intemperismo artificial; - resistência da cobertura ao trilhamento elétrico (cabo coberto envelhecido em câmara de intemperismo); - verificação da compatibilidade do material de bloqueio com as conexões.	-
5.	O fornecedor deve anexar à sua proposta, relatório apresentando as características físicas e químicas do material de bloqueio.	-

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

CABOS DE ALUMÍNIO ISOLADOS, MULTIPLEXADOS E AUTOSSUSTENADOS PARA REDE DE BAIXA TENSÃO

ET-002

Revisão	Alterações	Data	Responsável
01	Emissão Inicial	30/05/2012	Adjar Barbosa

Elaborado	Aprovado	Projeto

ÍNDICE

CAPÍTULO — PÁGINA

1. OBJETIVO

Esta Especificação estabelece os critérios e as exigências técnicas mínimas aplicáveis à fabricação e ao recebimento de cabos de potência de alumínio, isolados e multiplexados, autossustentados por meio de cabo mensageiro nu, para o sistema elétrico de baixa tensão, compreendendo redes secundárias e ramais de ligação de unidades consumidoras nas empresas distribuidoras da ELETROBRAS:

- AMAZONAS ENERGIA
- CEAL
- CEPISA
- CERON
- ELETROCRE
- BOA VISTA ENERGIA.

2. REFERÊNCIAS

2.1. LEGISLAÇÃO FEDERAL

Nos pontos não cobertos por esta Especificação, prevalecem as exigências da ABNT-NBR 8182.

2.2. NORMAS TÉCNICAS

- ABNT-NBR 5118 (EB-291) - Fios de alumínio nus de seção circular para fins elétricos -
- Especificação
- ABNT-NBR 5285 (EB-370) - Fios de alumínio-liga, nus, de seção circular, para fins elétricos -
- Especificação
- ABNT-NBR 5426 (NB-309-1) - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimento
- ABNT-NBR 5456 (TB-19-01) - Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT-NBR 5471 (TB-19-19) - Condutores elétricos - Terminologia
- ABNT-NBR 6238 (MB-1293) -Fios e cabos elétricos - Envelhecimento térmico acelerado -
- Método de ensaio
- ABNT-NBR 6241 (MB-1370) - Tração à ruptura em materiais isolantes e coberturas protetoras extrudadas para fios e cabos elétricos - Método de ensaio
- ABNT-NBR 6242 (MB-1371) - Verificação dimensional para fios e cabos elétricos - Método de
- ensaio
- ABNT-NBR 6251 (PB-742) - Cabos de potência com isolação sólida extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Construção - Padronização
- ABNT-NBR 6252 (PB-242) - Condutores de alumínio para cabos isolados - Características dimensionais, elétricas e mecânicas - Padronização
- ABNT-NBR 6810 (MB-1466) - Fios e cabos elétricos - Tração à ruptura em componentes metálicos - Método de ensaio
- ABNT-NBR 6813 (MB-1472) - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência de isolamento -
- Método de ensaio
- ABNT-NBR 6814 (MB-1473) - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica - Método de ensaio
- ABNT-NBR 6815 (MB-1474) - Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos - Método de ensaio
- ABNT-NBR 6881 (MB-1471) - Fios e cabos elétricos de potência ou controle - Ensaio de tensão elétrica - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7040 (MB-1595) - Fios e cabos elétricos - Absorção de água - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7042 (MB-1597) - Fios e cabos elétricos - Ensaio de retração ao calor - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7103 (EB-1248) - Vergalhão de alumínio 1350 para fins elétricos - Especificação
- ABNT-NBR 7104 (MB-1594) - Fios e cabos elétricos - Determinação do teor de negro de fumo e conteúdo de componente mineral em polietileno - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7272 (MB-1275) - Condutor elétrico de alumínio - Ruptura e característica

- dimensional - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7287 - Cabos de potência com isolação sólida extrudada de polietileno reticulado (XLPE) para tensões de isolamento de 1 kV a 35 kV
- ABNT-NBR 7292 (MB-1469) - Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação do grau de reticulação - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7312 (PB-879) - Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais -
- Padronização
- ABNT-NBR 8182 (EB-1431) - Cabos de potência multiplexados autossustentados com isolação extrudada de PE ou XLPE para tensões até 0,6/1 kV - Especificação
- ABNT-NBR 10298 (EB-1846) - Cabos de alumínio-liga para linhas aéreas - Especificação
- ABNT-NBR 11137 (PB-1376) - Carretéis de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas - Padronização
- ICEA S-66-524 / NEMA WC7 Cross-Linked-Thermosetting-Polyethylene Insulated Wire and
- Cable
- IEC 60183 - Guide to the selection of high-voltage cables IEC 60228 - Conductors of insulated cables
- IEC 60502-1 - Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1.2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV (Um = 1.2 kV) and 3 kV (Um = 3.6 kV)
- IEC 60502-2 - Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1.2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (Um = 7.2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)
- IEC 60502-4 - Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1.2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 4: Test requirements on accessories for cables with rated voltages from 6 kV (Um = 7.2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)
- IEC 61089 - Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors ISO 2859 - Sampling procedures for inspection by attributes

NOTAS:

1 - Devem ser consideradas aplicáveis as últimas revisões dos documentos listados anteriormente, na data da abertura da Licitação.

2 - É permitida a utilização de normas de outras organizações desde que elas assegurem qualidade igual ou superior à assegurada pelas normas mencionadas e que não contrariem esta Especificação. Se forem adotadas, elas devem ser citadas nos documentos da proposta e, caso a Contratante julgue necessário, o proponente deve fornecer uma cópia.

3 - Todos os documentos citados como referência devem estar à disposição do inspetor da Contratante no local da inspeção.

3. DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Especificação, são adotadas as definições da ANT-NBR 5456, ABNT-NBR 5471, ABNT-NBR 6251 e IEC 60502, partes 1, 2 e 4.

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1. Condições de serviço

Os cabos devem ser projetados para suportar as seguintes condições normais de serviço:

a) Sistema trifásico a quatro fios, com neutro multiaterrado e solidamente aterrado, 60 Hz, com tensões fase-fase de 380 V e de 220 V (categoria 1, conforme a ABNT-NBR 6251 ou IEC 60183);
b) Temperatura ambiente variando de 0ºc a 40ºc;
c) Umidade relativa do ar de, no mínimo, 60%;
d) Locais densamente arborizados, onde os cabos poderão permanecer em contato com os galhos das árvores por longos períodos.

4.2. Meio ambiente

Em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos cabos multiplexados devem ser rigorosamente cumpridas a legislação ambiental brasileira, especialmente os instrumentos legais listados no capítulo 2, e as demais legislações estaduais e municipais aplicáveis.

4.3. Dados técnicos

O fornecedor deve atender às exigências comerciais da Contratante e enviar, junto com a proposta, os dados técnicos relacionados no Anexo.

4.4. Formação do cabo

O cabo completo compreende:

a) 1, 2 ou 3 condutores fase, constituídos por fios de alumínio 1350 (CA), de seção circular, recobertos por uma camada isolante;
b) Condutor neutro (mensageiro), formado por fios de alumínio 1350 (CA) ou de alumínio liga (CAL), de seção circular.

4.5. Condutor

Os fios de alumínio 1350 (ABNT-NBR 7103) e de alumínio-liga que formam os condutores devem ter diâmetro uniforme e acabamento superficial isenta de fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias, inclusões e outros defeitos que possam comprometer o desempenho do produto.

4.6. Isolação

4.6.1 A camada isolante dos condutores fase deve ser constituída por um composto termofixo extrudado de polietileno reticulado (XLPE) ou

termoplástico (PE) na Cor preta, definida em função das formações dos cabos, conforme a Tabela 1.

4.6.2 A isolação deve ser homogênea e contínua, ficar justaposta e concêntrica em relação ao condutor, ser de fácil remoção e não aderente ao mesmo.

4.7. Reunião dos condutores

4.7.1. Os condutores fase devem ser torcidos helicoidalmente ao redor do condutor mensageiro (neutro), que deve permanecer sempre em posição axial em relação aos demais.

4.7.2. O passo de reunião deve ser no máximo 60 vezes o diâmetro dos condutores fase.

4.8. Identificação

4.8.1. A isolação de pelo menos uma das fases deve ser marcada, de forma legível e indelével, em intervalos regulares de 500 mm, com as seguintes informações mínimas:

a) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
b) Tensão de isolamento (0,6/1kV);
c) Seção do condutor, em mm2, designada do seguinte modo:
   N x 1 x s + s1 ,
   Onde: n: número de condutores fase isolados;
   S: seção transversal de cada condutor fase;
   S1: seção transversal do mensageiro (neutro).
d) Material da isolação (PE ou XLPE);
e) Ano de fabricação.

4.8.2. Nos cabos com mais de um condutor fase, cada uma das veias deve ser diferenciada meio de frisos longitudinais, marcados sobre a isolação, de acordo com a seguinte convenção:

a) Fase A: sem frisos na isolação de cor preta;
b) Fase B: 1 friso na isolação ou cobertura de cor verde;
c) Fase C: 2 frisos na isolação ou cobertura de cor vermelha.

NOTA: As coberturas de cores verde e vermelha devem corresponder a uma película de 0,1 mm de espessura, extrudada sobre a isolação de XLPE ou PE de cor preta.

4.9. Acondicionamento

4.9.1. Os cabos multiplexados devem ser embalados em rolos ou em carretéis de madeira não retornáveis, conforme a Tabela 1, adequados ao transporte rodoviário, ferroviário ou marítimo, ao armazenamento ao tempo e às operações usuais de manuseio. Devem ser atendidas as exigências do Ministério dos Transportes e dos órgãos oficiais de controle ambiental, especialmente as relativas à sinalização da carga, quando aplicável.

4.9.2. As extremidades de cada condutor fase devem ser convenientemente seladas com capuzes de vedação, fita auto aglomerante ou fita adesiva

resistente às intempéries, a fim de evitar a penetração de umidade durante o manuseio, o transporte e o armazenamento.

NOTA: Para os cabos acondicionados em rolos, admite-se que os rolos sejam envolvidos totalmente em embalagens resistentes à umidade, dispensando-se a vedação das pontas dos cabos.

4.9.3. Os carretéis devem:

a) Estar de acordo com a ABNT-NBR 11137;
b) Ser isentos de defeitos e/ou materiais que possam vir a danificar os cabos;
c) Ter massa bruta não superior a 1500 kg.

4.9.4. Os rolos devem:

a) Estar de acordo com a ABNT-NBR 7312;
b) Ter massa bruta máxima de 40 kg.

4.9.5. Os comprimentos dos lances de cabo devem estar de acordo com a Tabela 1 ou conforme indicado no Pedido de Compra.

4.9.6. São permitidos, no máximo, dois lances contínuos de cada cabo no mesmo carretel.

4.9.7. Nesse caso, o lance menor deve ser acondicionado por último, sem qualquer tipo de emenda ou amarração com o primeiro.

4.9.8. Cada carretel deve ser identificado, de forma legível e indelével, com as seguintes informações:

a) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
b) A sigla da empresa indicada no item 1.3;
c) Número do pedido de compra;
d) Número de série do carretel;
e) Identificação completa do cabo (número de condutores fase, seção nominal dos condutores fase e mensageiro em mm2, conforme 4.8.1, alínea c);
f) Comprimento do lance de cabo no carretel, em metros;
g) Massas bruta e líquida do carretel, em kg;
h) Mês e ano de fabricação;
i) Seta para indicar o sentido de desenrolamento do cabo (nota 2);
j) Dimensões do carretel;
k) Outras informações que o pedido de compra exigir.

NOTAS:

1 - A identificação deve ser feita com placas de alumínio ou de material polimérico, gravadas de forma permanente e fixadas em ambos os discos laterais com pregos do tipo helicoidal.

2 - A seta deve ser marcada de forma indelével nos discos laterais do carretel, podendo essa marcação ser feita em relevo, em sulco ou a tinta.

3 - O fornecedor brasileiro deve numerar os diversos carretéis e anexar à Nota Fiscal uma relação descritiva do conteúdo individual de cada um (romaneio).

4.9.9. Garantia

O fornecedor deve dar garantia de 24 meses a partir da data de fabricação ou de 18 meses após a data de início de utilização, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de material, fabricação e acondicionamento dos cabos ofertados.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1. Condutor Fase

5.1.1. Os fios de alumínio 1350 que formam os condutores fase devem ter:

a) Têmperas H14 ou H16 ou H19, conforme a ABNT-NBR 5118;
b) Condutividade mínima de 61% IACS, a 20ºC;
c) Valores mínimos de resistência à tração para a têmpera considerada, conforme a ABNT-NBR 5118 ou a IEC 61089.

5.1.2. Os condutores fase devem:

a) Estar de acordo com a Tabela 3;
b) Ser do tipo CA, compactados, e ter encordoamento classe 2 conforme a ABNT-NBR 6252 ou a IEC 60228.

5.2. Condutor neutro (mensageiro) tipo CA

5.2.1. Os fios de alumínio 1350 que formam o condutor neutro devem ter:

a) Têmpera dura (designação H-19), atendendo as exigências da ABNT-NBR 5118;
b) Condutividade mínima de 61% IACS, a 20ºC;
c) Resistência mínima à tração de acordo com os valores estabelecidos pela ABNT-NBR 5118 ou IEC 61089;
d) Resistividade de 0,028264 mm^2/m, a 20ºC, conforme a ABNT-NBR 5118.

5.2.2. O condutor neutro CA deve:

a) Estar de acordo com a Tabela 4;
b) Ser não compactado e ter encordoamento conforme a ABNT-NBR 8182 ou a IEC 61089 (número e diâmetro dos fios).

5.3. Condutor neutro (mensageiro) tipo CAL

5.3.1. Os fios de alumínio-liga que formam o condutor neutro devem ser tratados termicamente e ter:

a) Resistência mínima à tração de acordo com a ABNT-NBR 5285 ou a IEC 61089;
b) Alongamento mínimo de 3% em 250 mm, conforme a ABNT-NBR 5285;
c) Resistividade de 0,0328 mm^2/m, a 20ºC, conforme a ABNT-NBR 5285;
d) Condutividade mínima de 52,5% IACS, a 20ºC.

5.3.2. O condutor neutro CAL deve:

a) Estar de acordo com a Tabela 4;
b) Ser não compactado e ter encordoamento conforme a ABNT-NBR 8182 ou a IEC 61089 (número e diâmetro dos fios).

5.4. Isolação

5.4.1. A isolação deve apresentar as seguintes características:

a) Ser contínua e uniforme em toda sua extensão e isenta de materiais contaminantes e de porosidades visíveis com um aumento de magnitude de até 5 vezes;
b) Ter espessura nominal de acordo com a tabela 3 e atender os requisitos físicos indicados nas tabelas 5 e 6, sendo que os valores da espessura média e mínima da isolação devem estar de acordo com as exigências da ABNT-NBR 8182;
c) Suportar as temperaturas máximas do condutor, conforme a tabela 2.

5.4.2. Os requisitos elétricos da isolação devem estar de acordo com as Tabelas 5 e 6, sendo que cada condutor fase deve ter uma resistência de isolamento não inferior ao valor calculado por:

Ri = Ki x log (D/d),

Onde: Ri: resistência de isolamento, em M km, referida a 20ºC (ver Nota) e a um comprimento de 1 km do condutor fase;

NOTA:

Para temperaturas diferentes de 20ºC, o fornecedor deve apresentar uma tabela de fatores de correção para os valores de Ri.

Ki: constante de isolamento indicada nas Tabelas 5 e 6; D:

- Diâmetro sobre a isolação, em mm;
- D: diâmetro sob a isolação, em mm.

6. INSPEÇÃO

6.1. Geral

6.1.1 A inspeção compreende a execução de todos os ensaios de rotina e especiais e, quando exigido pela Contratante no Pedido de Compra, dos ensaios de tipo.

6.1.2 Se exigidos, os ensaios de tipo devem atender aos seguintes requisitos:

a) Ser realizados em laboratório de instituição oficial ou no laboratório do fornecedor desde que, nesse último caso, tenha sido previamente homologado pela Contratante;
b) Ser aplicados, em qualquer hipótese, em amostras escolhidas aleatoriamente e retiradas da linha normal de produção pelo inspetor da Contratante ou por seu representante legal;
c) Ser acompanhados, em qualquer hipótese, pelo inspetor da Contratante ou por seu representante legal.

6.1.3 De comum acordo com a Contratante, o fornecedor poderá substituir a execução de qualquer ensaio de tipo pelo fornecimento do relatório do mesmo ensaio, executado em cabos idênticos aos ofertados, sob as mesmas condições de ensaio, e que atenda aos requisitos da seção 6.1.2.

6.1.4 A Contratante se reserva o direito de efetuar os ensaios de tipo para verificar a conformidade do material com os relatórios de ensaio exigidos com a proposta.

6.1.5 O fornecedor deve dispor de pessoal e aparelhagem, próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios (em caso de contratação, deve haver aprovação prévia da Contratante).

6.1.6 A Contratante se reserva o direito de enviar inspetor devidamente credenciado, com o objetivo de acompanhar qualquer etapa de fabricação e, em especial, presenciar os ensaios.

6.1.7 O fornecedor deve possibilitar ao inspetor da Contratante livre acesso a laboratórios e a locais de fabricação e de acondicionamento.

6.1.8 O fornecedor deve assegurar ao inspetor da Contratante o direito de se familiarizar, em detalhe, com as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar os ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar nova inspeção e exigir a repetição de qualquer ensaio.

6.1.9 O fornecedor deve informar à Contratante, com antecedência mínima de 10 dias úteis para fornecimento nacional e de 30 dias para fornecimento internacional, a data em que o material estará pronto para inspeção.

6.1.10 O fornecedor deve apresentar, ao inspetor da Contratante, certificados de aferição dos instrumentos de seu laboratório ou do contratado a serem utilizados na inspeção, medições e ensaios do material ofertado, emitidos por órgão homologado pelo INMETRO ou por organização oficial similar em outros países. A periodicidade máxima dessa aferição deve ser de um ano, podendo acarretar a desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência. Períodos diferentes do especificado poderão ser aceitos, mediante acordo prévio entre a Contratante e o fornecedor.

6.1.11 Todas as normas, especificações e desenhos citados como referência devem estar à disposição do inspetor da Contratante, no local da inspeção.

6.1.12 Os subfornecedores devem ser cadastrados pelo fornecedor sendo este o único responsável pelo controle daqueles, devendo ser assegurado à Contratante o acesso à documentação de avaliação técnica referente a esse cadastro.

6.1.13 A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:

a) Não eximem o fornecedor da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta Especificação;

b) Não invalidam qualquer reclamação posterior da Contratante a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fornecedor e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fornecedor.

6.1.14 A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fornecedor de cumprir as datas de entrega prometidas. Se, na opinião da Contratante, a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas previstas, ou se tornar evidente que o fornecedor não será capaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta Especificação, a Contratante se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e de obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fornecedor será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

6.1.15 Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fornecedor, sem ônus para a Contratante. Tais unidades correspondem aos valores apresentados na coluna “Ac” da Tabela 7.

6.1.16 O custo dos ensaios de rotina deve ser por conta do fornecedor.

6.1.17 A Contratante se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados.

a) Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade:

b) Da Contratante, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção;

c) Do fornecedor, em caso contrário.

6.1.18 Os custos da visita do inspetor da Contratante (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativo) correrão por conta do fornecedor nos seguintes casos:

a) Se o material estiver incompleto na data indicada na solicitação de inspeção;

b) Se o laboratório de ensaio não atender às exigências de 6.1.5, 6.1.10 e 6.1.11;

c) Se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sede do fornecedor;

d) Devido à reinspeção do material por motivo de recusa nos ensaios.

6.2. Ensaios de rotina

6.2.1. Inspeção visual

6.2.1.1. Antes de serem efetuados os demais ensaios de rotina, o inspetor da Contratante deve efetuar uma inspeção visual dos carretéis ou rolos amostrados para verificar:

a) Características gerais do cabo;
b) Identificação do cabo, conforme a seção 4.8;
c) Acondicionamento e marcação da embalagem, conforme a seção 4.9;
d) Comprimento do cabo no rolo ou no carretel.

6.2.1.2. A não conformidade do cabo ou da embalagem com qualquer um dos requisitos de 6.2.1.1 implicará na rejeição do rolo ou do carretel.

6.2.2. Verificação dimensional

A verificação dimensional da construção do cabo deve ser feita de acordo com a ABNT-NBR 6242.

6.2.3. Demais ensaios de rotina

Após os ensaios de inspeção visual e verificação dimensional, devem ser executados ainda:

Ensaios de rotina	Normas aplicáveis
Tensão elétrica a seco	ABNT-NBR 6881 e ABNT-NBR 8182
Resistência elétrica a 20ºC: - do condutor fase - do condutor neutro tipo CA - do condutor neutro tipo CAL	-ABNT-NBR 6252 e ABNT-NBR 6814 -ABNT-NBR 6815 e IEC 61089 -ABNT-NBR 6815 e IEC 61089
Resistência de isolamento à temperatura ambiente	ABNT-NBR 6815 e ABNT-NBR 8182

6.3. Ensaios especiais

Devem ser executados:

Ensaios especiais	Normas aplicáveis
Verificação dimensional da construção do cabo	ABNT-NBR 8182
Tração do material da isolação PE e XLPE	ABNT-NBR 6238 e ABNT-NBR 6241
Alongamento a quente do material da isolação XLPE	ABNT-NBR 7292

6.4. Ensaios de tipo

Devem ser realizados:

Ensaios de tipo	Normas aplicáveis
Tensão elétrica de longa duração	ABNT-NBR 6881 e ABNT-NBR 8182
Determinação do teor de negro de fumo	ABNT-NBR 7104 e ABNT-NBR 8182
Determinação do fator de correção da resistência de isolamento	ABNT-NBR 6813

Resistência de isolamento a 70ºC (PE) e a 90ºC (XLPE)	ABNT-NBR 6813 e ABNT-NBR 8182
Resistência à abrasão	ABNT-NBR 8182
Absorção acelerada de umidade	ABNT-NBR 7040 e ABNT-NBR 8182
Retração da isolação ao calor	ABNT-NBR 7042 e ABNT-NBR 8182
Mecânicos e elétricos do condutor neutro	ABNT-NBR 5118, ABNT-NBR 6810, ABNT- NBR 6815, ABNT-NBR 7272 IEC 61089

6.5. Relatório dos ensaios

6.5.1 O relatório dos ensaios, a ser providenciado pelo fornecedor, deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

a) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
b) Número do pedido de compra;
c) Identificação dos condutores ensaiados, conforme 4.8.1;
d) Descrição sucinta dos ensaios;
e) Indicação de normas técnicas, instrumentos e circuitos de medição;
f) Memória de cálculo, com resultados e eventuais observações;
g) Tamanho do lote, número e identificação das unidades (carretéis ou rolos) amostradas e ensaiadas;
h) Datas de início e término dos ensaios e de emissão do relatório;
i) Nome do laboratório onde os ensaios foram executados;
j) Nomes legíveis e assinaturas do inspetor da contratante e do responsável pelos ensaios.

6.5.2 Os cabos serão liberados pelo inspetor da Contratante somente quando lhe forem entregues três vias do relatório dos ensaios e três vias da lista de embarque, e após a verificação da embalagem e sua marcação.

7. PLANOS DE AMOSTRAGEM

7.1. Ensaios de rotina

7.1.1 As amostragens e os respectivos critérios de aceitação e de rejeição para os ensaios de rotina devem estar de acordo com a Tabela 7.

7.1.2 De cada carretel ou rolo devem ser retirados corpos-de-prova do cabo completo em número e tamanho adequados à execução de todos os ensaios previstos. Se um corpo-de-prova for rejeitado em qualquer ensaio, este deverá ser repetido em dois outros corpos-de-prova d mesmo carretel ou rolo. Ocorrendo nova falha, o carretel ou rolo será considerado defeituoso. A quantidade total de carretéis ou rolos defeituosos deve ser levada à Tabela 7, que definirá a aceitação ou a rejeição do lote.

7.1.3 A comutação do regime de inspeção ou qualquer outra consideração adicional deve ser feita de acordo com as recomendações da ABNT-NBR 5426 ou da ISO 2859.

7.2. Ensaios especiais

As amostragens para a execução dos ensaios especiais, a quantidade e o comprimento de seus respectivos corpos-de-prova, assim como o critério de aceitação e rejeição do lote do qual foi retirada a amostragem, devem atender as condições previstas na ABNT-NBR 8182.

7.3. Ensaios de tipo

O número de carretéis ou rolos a ser submetido aos ensaios de tipo será objeto de acordo entre a Contratante e o fornecedor e indicado no Pedido de Compra.

8. TABELAS

8.1. Tabela 1- Formação e acondicionamento dos cabos multiplexados

Cabo completo		Tipo de Neutro	Tipo de isolação	Lance Nominal (Notas 1 e 2) (m)	Acondicionamento
Designação	Massa (kg/km)				
1x1x10+10	74	CA	XLPE	350	Rolo
1x1x16+16	115			200	
1x1x25+25	170			200	
2x1x10+10	120	CA		200	
2x1x16+16	185			150	
2x1x25+25	275			100	
2x1x35+35	390	CAL		350	Carretel
2x1x70+70	600				
3x1x10+10	165	CA		200	Rolo
3x1x16+16	250			100	
3x1x35+35	530	CAL		350	Carretel
3x1x50 +50	750				
3x1x70+70	930				
3x1x120+70	1510				
3x1x185+120	2200				
3x1x95 +70	1200				

NOTAS:

1 - O erro de medição dos comprimentos dos lances nominais em cada carretel ou rolo não deve ser superior a 2%.

2 - Variações de ± 20% em relação ao lance nominal especificado são admissíveis, mediante acordo entre a Contratante e o fornecedor, para 15% do lote total de cabo multiplexado ofertado.

8.2. Tabela 2- Temperaturas máximas no condutor

Condições de Operação	Temperatura máxima ºC	
	Isolação XLPE	Isolação PE
Em regime permanente	90	70
Em regime de sobrecarga (Nota)	130	90
Em regime de curto-circuito	250	130

NOTA:

A duração do regime de sobrecarga não deve superar 100 horas durante doze meses consecutivos, nem superar 500 horas durante a vida útil do cabo.

8.3. Tabela 3 - Características Físicas e Elétricas do Condutor Fase

Seção Nominal	Formação (Nota 1)	Diâmetro Nominal do Condutor (Nota 2)	Espessura da Isolação (Nota 3)	Resistência Ôhmica Máxima a 20ºC - cc
mm^2	Nº de Fios	mm	mm	Ω/km
10	1	3,6	1,20	3,08
16	6 ou 7-c	4,9	1,20	1,91
25	6 ou 7-c	6,0	1,40	1,20
35	6 ou 7-c	7,1	1,60	0,868
70	12-c	9,8	1,80	0,443
120	15-c	13,0	2,00	0,253
185	Mínimo 15 -c	Informar	Mínimo 2,00	Informar

NOTAS:

1 - c: condutor redondo compactado.
2 - Tolerância para os diâmetros nominais: ± 0,5 mm.
3 - No caso de condutores fase dotados de cobertura colorida, o valor especificado refere-se apenas à espessura da isolação.

8.4. Tabela 4 - Características Físicas, Elétricas e Mecânicas do Condutor Neutro

Tipo	Seção Nominal	Formação	Diâmetro Nominal do Condutor	Resistência Ôhmica máxima a 20ºC - cc	Carga de Ruptura Mínima
	mm2	(Nº de fios)	(Nota)	☐/km	daN
CA	10	7	4,10	3,02	190
	16	7	5,10	1,91	290
	25	7	6,20	1,20	405
CAL	70	7	10,40	0,51	2060
	120	15	13,5	0,253	Informar

NOTA: Tolerância para os diâmetros nominais: ± 0,5 mm.

8.5. Tabela 5 - Requisitos Físicos e Elétricos da Isolação de XLPE

Item	Descrição	Valores
1	Requisitos mecânicos, sem envelhecimento: – Resistência à tração, mínima (N/mm^2) – Alongamento à ruptura, mínimo (%)	12,5 200
2	Requisitos mecânicos, após envelhecimento acelerado em estufa a ar, sem o condutor (135 ±3)ºC, durante 168 horas: – variação máxima para resistência à tração e Alongamento à ruptura (%)	±25
3	Alongamento a quente (200 ± 2)ºC, durante 15 minutos: – Solicitação mecânica (N/mm2) – Máximo alongamento após resfriamento (%) – Máximo alongamento sob carga (%)	0,2 15 175
4	Absorção de umidade, método gravimétrico (85 ± 3)ºC, após 336 horas de imersão: – Variação máxima permissível de massa (mg/cm^2)	1
5	Retração ao calor (130 ± 3)ºC, durante uma Hora: – Retração máxima permissível (%)	4
6	Teor de negro de fumo, mínimo (%)	2
7	Resistividade volumétrica (Ωcm): – A 20ºC – A 90ºC (máxima temperatura em regime permanente)	10^{15} 10^{12}
8	Constante de isolamento, Ki (MΩkm): – A 20ºC – A 90ºC (máxima temperatura em regime permanente)	3700 3,7

8.6. Tabela 6 Requisitos Físicos e Elétricos da Isolação PE

Item	Descrição	Valores
1	Requisitos mecânicos, sem envelhecimento: – Resistência à tração, mínima (N/mm^2) – Alongamento à ruptura, mínimo (%)	10 300
2	Resistência mecânica após envelhecimento em estufa a ar (100 ±2)ºC durante 240 horas: – Alongamento à ruptura, mínimo (%)	300
3	Índice de fluidez, sem envelhecimento: – Máximo valor permissível	0,4
4	Teor de negro de fumo, mínimo (%)	2
5	Absorção de umidade, método gravimétrico, (85 ±2)ºC, após 336 horas de imersão: – Máxima variação de massa permissível (mg/cm^2)	1
6	Retração ao calor, (100 ±2)ºC, durante 1 hora: – Retração máxima permissível (%)	4
7	Resistividade volumétrica (Wcm): – A 20ºC – A 70ºC (máxima temperatura em regime permanente)	1015 1012
8	Constante de isolamento, Ki (MΩkm): – A 20ºC – A 70ºC (máxima temperatura em regime permanente)	12000 12

8.7. Tabela 7 – Plano de Amostragem para ensaios de Rotina

Tamanho do Lote (Nota 2)	Amostra		Ac	Re
	Sequencia	Tamanho		
Até 25	1ª 2ª	3	0	1
26 a 90	1ª	8	0	2
	2ª		1	2
91 a 150	1ª	13	0	3
	2ª		3	4
151 a 280	1ª	20	1	4
	2ª		4	5
281 a 500	1ª	32	2	5
	2ª		6	7
501 a 1200	1ª	50	3	7
	2ª		8	9

NOTAS:

1 - Especificação dos planos de amostragem, conforme a ABNT-NBR 5426 ou a ISO 2859:
   - Inspeção por atributos;
   - Regime de inspeção normal;
   - Amostragem dupla;
   - Nível de inspeção ii;
   - Nível de qualidade aceitável (NQA): 4%.

2 - Número de carretéis ou rolos.

3 - Ac - número de aceitação: número máximo de carretéis ou rolos defeituosos que permite a aceitação do lote.
Renumero de rejeição: número mínimo de carretéis ou rolos defeituosos que implica na rejeição do lote.

4 - Procedimento para amostragem dupla: ensaiar a primeira amostragem. Se o número de unidades defeituosas encontradas estiver entre Ac e Re (excluídos esses dois valores), ensaiar a segunda amostragem. O número total de carretéis ou rolos defeituosos, após ensaiadas as duas amostragens deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado para permitir a aceitação do lote.

1. Condutores fase
   1.1. Material
   1.2. Seção transversal — mm2
   1.3. Número de fios (compactados)
   1.4. Classe de encordoamento
   1.5. Diâmetro do condutor — mm2
   1.6. Resistência elétrica em cc - 20ºC — Ω/km
   1.7. Têmpera

2. Isolação
   2.1. Material
   2.2. Espessura (mm)
   2.3. Tensão de isolamento Vo/V — kV
   2.4. Diâmetro do cabo sobre a isolação — mm
   2.5. Diâmetro do cabo sob a isolação — mm
   2.6. Resistência de isolamento a 20ºC — Ω/km

3. Condutor neutro (mensageiro)
   3.1. Material
   3.2. Seção transversal — mm^2
   3.3. Número de fios
   3.4. Diâmetro dos fios — mm
   3.5. Classe de encordoamento
   3.6. Diâmetro do condutor — mm
   3.7. Resistência elétrica em cc - 20ºC — Ω/km
   3.8. Carga de ruptura — dan

4. Cabo completo (multiplexado)
   4.1. Passo de encordoamento
   4.2. Diâmetro externo do cabo (aproximado) — mm
   4.3. Massa do cabo — kg/km
   4.4. Lance de cabo (rolo ou carretel) — m
   4.5. Massa do carretel apenas — kg

5. Ensaios de tipo
   O fornecedor deve anexar à sua proposta cópia dos relatórios dos seguintes ensaios de tipo, realizados por órgão ou entidade qualificada ou credenciada, aplicados em cabos idênticos aos ofertados e cuja realização tenha sido acompanhada por inspetor da Contratante:

   a) Tensão elétrica de longa duração;
   b) Determinação do teor de negro de fumo;
   c) Determinação do fator de correção da resistência de isolamento;
   d) Resistência de isolamento a 70ºC (PE) e 90ºC (XLPE);
   e) Resistência à abrasão;
   f) Absorção acelerada de umidade;
   g) Retração da isolação ao calor;
   h) Ensaios mecânicos e elétricos do condutor neutro.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

ESPAÇADORES E AMARRAÇÕES ISOLANTES PARA REDES ISOLADAS / PROTEGIDAS

ET-003

Revisão	Alterações	Data	Responsável
01	Emissão Inicial	30/05/2012	Adjar Barbosa

Elaborado	Aprovado	Projeto

ÍNDICE

TÍTULO: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS

1. OBJETIVO

Esta Especificação estabelece os critérios e as exigências técnicas mínimas aplicáveis à fabricação e ao recebimento de espaçadores, separadores, anéis e laços de amarração isolantes, braços anti-balanço e grampos de ancoragem para utilização em redes de distribuição aéreas de média tensão, 15 kV, com cabos cobertos, denominadas Redes Protegidas, nas empresas distribuidoras da ELETROBRAS.

- ELETROBRAS AMAZONAS ENERGIA
- ELETROBRAS DISTRIBUIÇÃO ALAGOAS
- ELETROBRAS DISTRIBUIÇÃO PIAUI
- ELETROBRAS DISTRIBUIÇÃO RONDONIA
- ELETROBRAS DISTRIBUIÇÃO BOA VISTA ENERGIA.

Esta Especificação se aplica aos seguintes materiais para redes protegidas de 15 kV:

a) Espaçador losangular (ver Figura 1);
b) Separador vertical (ver Figura 1);
c) Anel de amarração (ver Figura 2);
d) Laço plástico de amarração (ver Figura 3);
e) Laço plástico de topo (ver Figura 4);
f) Braço anti-balanço (ver Figura 5);
g) Grampo de ancoragem (ver Figura 6).

As quantidades a serem adquiridas para cada tipo de material acima listado são as indicadas no Edital de Licitação.

2. REFERÊNCIAS

2.1. Legislação Federal sobre o meio ambiente
Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente

2.2. Normas técnicas

- ABRADEE 18.35 Especificação de Acessórios para Rede Compacta de 13,8 kV e 34,5 kV
- ABNT-NBR 5049 (MB-22) - Isoladores de porcelana ou vidro para linhas e subestações de alta tensão - Método de ensaio
- ABNT-NBR 5426 (NB-309-01) - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos -
- Procedimento
- ABNT-NBR 6238 (MB1293) - Fios e cabos elétricos - Envelhecimento térmico acelerado - Método de
- ensaio
- ABNT-NBR 6241 (MB-1370) - Tração à ruptura em materiais isolantes e coberturas protetoras extrudadas para fios e cabos elétricos - Método de ensaio
- ABNT-NBR 6936 (NB-574) - Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Procedimento
- ABNT-NBR 7040 (MB-1595) - Fios e cabos elétricos - Absorção de água - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7291 (MB-1535) - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência à fissuração - Método de
- ensaio
- ABNT-NBR 7875 (PB-989) - Instrumentos de medição de radio interferência na faixa de 0,15 a 30 MHz (padrão CISPR) - Padronização
- ABNT-NBR 7876 (MB-1771) - Linhas e equipamentos de alta tensão - Medição de radio interferência na faixa de 0,15 a 30 MHz - Método de ensaio
- ABNT-NBR 9512 (MB-2525) - Fios e cabos elétricos - Intemperismo artificial sob condensação de
- água, temperatura e radiação UV-B proveniente de lâmpadas fluorescentes - Método de ensaio
- ABNT-NBR 10296 (MB-2825) - Material isolante elétrico - Avaliação de sua resistência ao trilhamento elétrico e à erosão sob severas condições ambientais - Método de ensaio
- IEC 60-1 - High-voltage test techniques. Part 1:General definitions and test requirements
- IEC 437 - Radio interference test on high-voltage insulators
- ASTM D 150 -Test method for ac loss characteristics and permittivity (dielectric constant) of solid electrical insulating materials
- ASTM D 257 -Test method for dc resistance or conductance of insulating materials
- ASTM D 638M - Test method for tensile properties of plastics [Metric]
- ASTM D 1248 - Specification for polyethylene plastics molding and extrusion materials
- ASTM D 2303 - Test method for liquid-contaminant, inclined-plane tracking and erosion of insulating materials
- ASTM G 26 - Practice for operating light-exposure apparatus (xenon-arc type) with and without water for exposure of nonmetallic materials

- ISO 2859 - Sampling procedures and tables for inspection by attributes

NOTAS:

1 - Devem ser consideradas aplicáveis as últimas revisões dos documentos listados acima, na data da abertura da licitação.

2 - É permitida a utilização de normas de outras organizações desde que elas assegurem qualidade igual ou superior à assegurada pelas normas apresentadas anteriormente e que não contrariem esta Especificação. Se forem adotadas, elas devem ser citadas nos documentos da proposta e, caso a ELETROBRAS julgue necessário, o proponente deve fornecer uma cópia.

3 - Todos os documentos técnicos citados como referência devem estar à disposição do inspetor ou diligenciador da ELETROBRAS no local da inspeção.

2.3. Unidades de Medidas e Idiomas

As unidades de medidas do Sistema Métrico deverão ser usadas para as referências na Proposta, inclusive descrições Técnicas, especificações, desenhos e quaisquer documentos ou dados adicionais. Quaisquer medidas deverão também ser expressas em unidades do Sistema Métrico Decimal.

Todas as instruções técnicas, bem como os desenhos definitivos, folhetos de instruções, legendas e relatórios de ensaios, emitidos pela Contratada, deverão ser redigidos em Português.

Serão eventualmente aceitos em Espanhol ou Inglês: folhetos, artigos, publicações e catálogos.

3. DEFINIÇÕES

3.1. Espaçador Losangular

Acessório confeccionado em material polimérico, de formato losangular, cuja função é a sustentação e a separação dos cabos cobertos ao longo do vão da rede, mantendo a isolação elétrica da mesma e conferindo-lhe um arranjo compacto.

3.2. Separador

Espaçador de formato vertical, confeccionado em material polimérico, cuja função é a sustentação e a separação dos cabos cobertos na rede compacta, em situações de conexão entre fases ("flyingtap"), mantendo a isolação elétrica da mesma.

3.3. Berço

Parte dos espaçadores com a função de acomodar e sustentar os condutores fases e mensageiro

3.4. Amarração

Acessório utilizado para fixação dos condutores fases e do mensageiro nos berços dos espaçadores.

3.5. Anel de Amarração

Acessório utilizado para fixação dos condutores fases e do mensageiro nos berços dos espaçadores.

3.6. Laço plástico de amarração

Peça utilizada para a fixação de cabos cobertos sobre espaçadores losangulares ou a separadores verticais. São fabricados a partir de materiais plásticos resistentes às intempéries e aos raios ultravioletas.

3.7. Laço plástico de topo

Peça utilizada para a fixação de cabos cobertos sobre isoladores de pino aplicados em braços tipo "C" ou em cruzetas. São fabricados a partir de materiais plásticos resistentes às intempéries e aos raios ultravioletas.

3.8. Braço anti-balanço

Acessório de material polimérico cuja função é a fixação do espaçador losangular, evitando-se a aproximação ou o afastamento dos cabos cobertos junto às estruturas e reduzindo-se, assim, a vibração mecânica das redes compactas.

3.9. Grampo de ancoragem

Acessório em forma de cunha, destinado à ancoragem dos cabos fase em estruturas de fim de linha ou em estruturas onde há o seccionamento das fases. É aplicado diretamente sobre a cobertura do cabo.

3.10. Trilhamento elétrico ("tracking")

Degradação irreversível de espaçadores e amarrações provocada pela formação de caminhos que se iniciam e se desenvolvem na superfície do material isolante, sendo condutivos mesmo quando secos.

3.11. Erosão

Degradação irreversível e não-condutiva da superfície de espaçadores e amarrações que ocorre por perda de material. Pode ser uniforme, localizada ou ramificada.

3.12. Fissura

Micro fratura superficial de profundidade entre 0,01 e 0,1 mm

3.13. Rachadura ("cracking")

Fratura superficial de profundidade superior a 0,1 mm

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1. Dados técnicos

O fornecedor deve atender às exigências comerciais da ELETROBRAS e enviar, junto com a proposta, os dados técnicos relacionados no Anexo B, para cada tipo de material.

4.2. Identificação

Na superfície externa dos espaçadores, separadores, braços e grampos devem ser gravados, em alto relevo, as seguintes informações:

a) Nome e/ou marca do fabricante;
b) Mês e ano de fabricação.

4.3. Acabamento

4.3.1 Os materiais devem ter superfícies lisas e uniformes, livres de rebarbas, asperezas, fissuras e inclusões

4.3.2 Os espaçadores dever ser de coloração cinza clara, para facilitar as inspeções de campo.

4.3.3 Os braços anti-balanço devem ser confeccionados em poliamida, na cor preta.

4.3.4 Os grampos de ancoragem devem ter o corpo principal em alumínio e as cunhas em termoplástico.

4.4. Acondicionamento

4.4.1 Os materiais devem ser embalados em caixas de papelão:

a) Adequadas ao transporte rodoviário, ferroviário, marítimo e aéreo, e ao manuseio;
b) Adequadas ao armazenamento abrigado;
c) Contendo 30 conjuntos completos de mesmo tipo. Cada conjunto deve ser constituído por um espaçador e quatro amarrações: três para as fases (cabos cobertos) e uma para o mensageiro (cabo de aço).

4.4.2 Os volumes, constituídos por materiais de mesmo tipo, devem ser marcados de forma legível e indelével com as seguintes informações:

a) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
b) A sigla da contratante;
c) Número do pedido ou ordem de compra (PC ou OC) e da nota fiscal;
d) Número de itens constantes da embalagem;
e) Identificação completa do conteúdo do volume (tipo e quantidade);
f) Massas líquidas e brutas do volume, em kg;
g) Dimensões de cada volume;
h) Posição para transporte;
i) Outras informações que o pedido de compra exigir.

NOTAS:

1 - Fornecedores brasileiros devem numerar os diversos volumes e anexar à Nota Fiscal uma relação descritiva do conteúdo individual de cada um.

2 - Fornecedores estrangeiros, se for o caso, devem encaminhar essa relação simultaneamente ao despachante indicado pela CONTRATANTE e à própria CONTRATANTE.

4.5. Condições de utilização

4.5.1 Os materiais serão utilizados em locais com as seguintes características:

a) Temperatura ambiente variando de -5°C a +45°C;
b) Altitude até 1000 m;
c) Elevado nível de insolação;
d) Contatos intermitentes com árvores;
e) Alta salinidade e proximidade com a orla marítima, em algumas aplicações.

4.5.2 Os materiais devem ser projetados para operar em sistema elétrico trifásico a quatro fios, com neutro solidamente aterrado, com tensão de 13,8 kV entre fases, frequência 60 Hz e corrente de curto-circuito simétrica máxima de 10 kA eficaz.

4.6. Garantia

O fornecedor deve dar garantia de 24 meses a partir da data de fabricação ou de 18 meses após a data de início de utilização, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de material, fabricação e acondicionamento dos espaçadores e amarrações ofertados.
NOTA: O prazo decorrido entre as datas de fabricação e de entrega deve ser inferior a 3 meses.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1. Material e dimensões

5.1.1 Os espaçadores deverão ser peças monoblocos moldadas com polietileno de alta densidade ou outro material polimérico que atenda aos requisitos desta Especificação, resistente ao trilhamento elétrico, às intempéries e aos raios ultravioletas.

5.1.2 Os espaçadores devem possuir o formato e as dimensões indicados na Figura 1.

5.1.3 As amarrações para os condutores fases devem ser confeccionadas em material polimérico, elastomérico ou outro material que atenda aos requisitos desta Especificação, resistente ao trilhamento elétrico, às intempéries e aos raios ultravioletas, de forma a permitir seu reaproveitamento depois de instaladas e retiradas de serviço.

5.1.4 As amarrações para o cabo mensageiro poderão ser confeccionadas em material idêntico ao das amarrações para condutores fases ou em material metálico pré-formado.

5.1.5 As amarrações dos tipos anel e laço devem possuir formatos e dimensões conforme indicado nas Figuras 2, 3 e 4, respectivamente.

5.1.6 Os requisitos do composto utilizado na confecção dos espaçadores e amarrações estão indicados na Tabela 1.

5.1.7 As dimensões e principais características dos braços anti-balanço e dos grampos de ancoragem estão indicadas nas Figuras 5 e 6 dessa Especificação, respectivamente.

5.2. Características elétricas

Os espaçadores devem ser projetados para suportar os seguintes valores de tensão.

Características elétricas		Espaçadores, Braços Anti-Balanço e Grampos de Ancoragem de 15 kV.
Tensão máxima fase-terra (kV)		8,7
Tensão máxima fase-fase (kV)		15
Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 μs) - kV pico		110
Tensão mínima de trilhamento elétrico Kv	Material novo	2,75
	Após envelhecimento em câmara de intemperismo artificial por 2000 h	2,50
Tensão de radio interferência máxima para 10 kV e 0,5MHz (referidos a 300 Ω) em μV		10
Distância mínima de escoamento entre condutores fases ou entre fase e mensageiro (medidos de berço a berço, conforme Nota 3 da Figura 1) - mm - Aplicável somente aos espaçadores losangulares.		280

5.3. Características mecânicas dos espaçadores

5.3.1 Os espaçadores devem ser projetados para suportar o esforço vertical de 450 daN (curta duração), no mínimo, sem apresentarem trincas e rupturas.

5.3.2 Os espaçadores e amarrações devem manter os condutores em seus respectivos berços quando os condutores forem submetidos aos esforços mecânicos transversais resultantes de uma corrente de curto-circuito simétrica de 10 kA eficaz.

5.4. Características mecânicas dos grampos de ancoragem

5.4.1 Os grampos devem suportar daN sem arrastamento e daN sem deformação permanente.

5.4.2 Materiais dos componentes dos grampos de ancoragem:

- Tirante: Aço inoxidável ou zincado, podendo ser rígido ou flexível revestido com polietileno baixa densidade, com espessura mínima de 1 mm.
- Cunha: Material termoplástico ou termo fixo, resistente ao trilhamento elétrico e ao intemperismo;
- Corpo: Alumínio de alta resistência ou material polimérico resistente ao trilhamento elétrico e ao intemperismo (UV).

5.4.3 Acabamento dos grampos de ancoragem
As superfícies devem ser lisas e uniformes, isentas de rebarbas, saliências pontiagudas, fissuras, inclusões e arestas cortantes.

5.4.4 Identificação dos grampos de ancoragem
Deve ser gravado no corpo e na cunha em alto relevo de forma visível e indelével a faixa de diâmetro de aplicação, a marca ou nome do fabricante, o mês e o ano de fabricação, podendo essa identificação também ser em etiqueta plástica indelével fixada no tirante do grampo.

5.5. Características mecânicas dos braços anti-balanço

5.4.5 Os braços anti-balanço devem ser isentos de fissuras, rebarbas, asperezas, estrias ou inclusões ou outras imperfeições que comprometam o seu desempenho.

5.4.6 O braço deve ser fabricado de polietileno de alta densidade ou polipropileno, na cor preta, resistente ao intemperismo, ao trilhamento elétrico e aos raios ultravioletas.

5.4.7 Os pinos dos braços devem ser de material polimérico.

6. INSPEÇÃO

6.1 Geral

6.1.1 A inspeção compreende a execução dos ensaios de recebimento, ou seja, os de rotina e os de tipo, estes últimos quando exigidos pela ELETROBRAS no Pedido de Compra.

6.1.2 Se exigidos, os ensaios de tipo devem atender aos seguintes requisitos:

a) devem ser realizados em laboratório de instituição oficial ou no laboratório do fornecedor desde que, nesse último caso, tenha sido previamente homologado pela ELETROBRAS;
b) devem ser aplicados, em qualquer hipótese, em amostras escolhidas aleatoriamente e retiradas da linha normal de produção pelo inspetor da ELETROBRAS ou por seu representante legal;
c) devem ser acompanhados, em qualquer hipótese, pelo inspetor da ELETROBRAS ou por seu representante legal.

6.1.3 De comum acordo com a ELETROBRAS, o fornecedor poderá substituir a execução de qualquer ensaio de tipo pelo fornecimento do relatório do mesmo ensaio, executado em cabos cobertos idênticos aos ofertados e que atenda aos requisitos de 6.1.2.

6.1.4 A ELETROBRAS se reserva o direito de efetuar os ensaios de tipo para verificar a conformidade do material com os relatórios de ensaio exigidos com a proposta.

6.1.5 O fornecedor deve dispor de pessoal e aparelhagem, própria ou contratada, necessária à execução dos ensaios (em caso de contratação, deve haver aprovação prévia da ELETROBRAS).

6.1.6 ELETROBRAS se reserva o direito de enviar inspetor devidamente credenciado, com o objetivo de acompanhar qualquer etapa de fabricação e, em especial, presenciar os ensaios, devendo o fornecedor garantir ao inspetor da ELETROBRAS livre acesso a laboratórios e aos locais de fabricação e de acondicionamento.

6.1.7 O fornecedor deve assegurar ao inspetor da ELETROBRAS o direito de se familiarizar, em detalhe, com as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar os ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar nova inspeção e exigir a repetição de qualquer ensaio.

6.1.8 O fornecedor deve informar à ELETROBRAS, com antecedência mínima de 10 dias úteis, a data em que o material estará pronto para inspeção.

6.1.9 O fornecedor deve apresentar, ao inspetor da ELETROBRAS, certificados de aferição dos instrumentos de seu laboratório ou do contratado a serem utilizados na inspeção, medições e ensaios do material ofertado, emitidos por órgão homologado pelo INMETRO, ou por organização oficial similar de outros países. A periodicidade máxima dessa aferição deve ser de um ano, podendo acarretar a desqualificação do laboratório

o não cumprimento dessa exigência. Períodos diferentes do especificado poderão ser aceitos, mediante acordo prévio entre a ELETROBRAS e o fornecedor.

6.1.10 Todas as normas técnicas, especificações e desenhos citados como referência devem estar à disposição do inspetor da ELETROBRAS, no local da inspeção.

6.1.11 Os subfornecedores devem ser cadastrados pelo fornecedor sendo este o único responsável pelo controle daqueles, devendo ser assegurado à ELETROBRAS o acesso à documentação de avaliação técnica referente a esse cadastro.

6.1.12 A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:

a) Não eximem o fornecedor da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta Especificação;
b) Não invalidam qualquer reclamação posterior da ELETROBRAS a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.
c) Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fornecedor e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fornecedor.

6.1.13 A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fornecedor de cumprir as datas de entrega prometidas. Se, na opinião da ELETROBRAS, a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas previstas, ou se tornar evidente que o fornecedor não será capaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta Especificação, a ELETROBRAS se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e de obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fornecedor será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

6.1.14 Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fornecedor, sem ônus para a ELETROBRAS. Tais unidades correspondem aos valores apresentados na coluna "Ac" da Tabela 2.

6.1.15 O custo dos ensaios de rotina deve ser por conta do fornecedor.

a) A ELETROBRAS se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade:
b) Da ELETROBRAS, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção;
c) Do fornecedor, em caso contrário.

6.1.16 Os custos da visita do inspetor da ELETROBRAS (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativo) correrão por conta do fornecedor nos seguintes casos:

a) Se o material estiver incompleto na data indicada na solicitação de inspeção;
b) Se o laboratório de ensaio não atender às exigências de 6.1.5, 6.1.9 e 6.1.10;
c) Se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sede do fornecedor;
d) Devido à reinspeção do material por motivo de recusa nos ensaios.

6.2 Preparação dos corpos-de-prova

As seguintes exigências devem ser atendidas quando da preparação dos corpos-de-prova necessários à execução dos ensaios de rotina de resistência à tensão de trilhamento elétrico (seção 6.3.3) e físicos do composto dos espaçadores e amarrações (seção 6.3.4) e do ensaio de tipo de resistência ao intemperismo artificial (seção 6.4.1):

a) Para a obtenção dos corpos-de-prova, o fornecedor deve dispor de ferramenta apropriada para a moldagem do material utilizado na confecção dos espaçadores e amarrações, com as dimensões padronizadas conforme a NBR 10296 ou na ASTM D 2303, a partir do mesmo equipamento empregado para injeção do produto final;
b) Caso os corpos-de-prova sejam produzidos a partir do produto acabado, poderá ser utilizado o método apresentado no Anexo A ou outro processo previamente acordado entre o fornecedor e a CONTRATANTE.

6.3 Ensaios de Rotina

6.3.1 Inspeção Visual

6.3.1.1 Antes de serem efetuados os demais ensaios de rotina, o inspetor da ELETROBRAS deve efetuar uma inspeção visual para verificar:

a) Identificação, conforme seção 4.2;
b) Acabamento, conforme seção 4.3;
c) Acondicionamento, conforme 4.4.

6.3.1.2 A não conformidade do material com qualquer um dos requisitos de 6,3,1,1 determinará a sua rejeição.

6.3.2 Verificação dimensional
As dimensões dos materiais devem estar de acordo com o indicado nas Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

6.3.3 Resistência à tensão de trilhamento elétrico

6.3.3.1 Preparação dos corpos-de-prova
Os corpos-de-prova devem ser obtidos conforme as exigências de 6.2.

6.3.3.2 Método de ensaio
O ensaio deve ser realizado conforme a NBR 10296 (método 2, critério A) ou a ASTM D 2303, com fluxo do líquido

contaminante de 0,13 ml/minuto, sem que os corpos-de-prova de material novo e de material envelhecido em câmara de intemperismo artificial (conforme 6.3.1), preparados conforme 6.2.3.1 apresentem ocorrência de trilhamento elétrico quando submetidos às tensões de 2,75 kV e 2,50 kV, respectivamente.

6.3.3.3 Requisitos do ensaio

a) Constitui falha a ocorrência de qualquer uma das seguintes situações, com as tensões de trilhamento especificadas:
b) Interrupção do circuito de ensaio de qualquer um dos corpos-de-prova, por atuação automática de seu dispositivo de proteção;
c) Erosão do material de qualquer um dos corpos-de-prova que descaracterize o circuito de ensaio;
d) Acendimento de chama no material de qualquer um dos corpos-de-prova.

6.3.3.4 Ensaios físicos do composto dos espaçadores, amarrações, braços e partes isolantes dos grampos.

6.3.3.5 Preparação dos corpos-de-prova
Devem ser preparados dez corpos-de-prova conforme as exigências de 6.2.

6.3.3.6 Método de ensaio

Os dez corpos-de-prova devem ser separados em dois grupos com cinco unidades cada um, sendo um dos grupos utilizados nos ensaios antes do envelhecimento e o outro após o envelhecimento.
Os corpos-de-prova devem apresentar valores que atendam aos requisitos da Tabela 1.

No caso dos ensaios mecânicos em corpos-de-prova envelhecidos, os resultados mínimo e máximo encontrados não devem variar em mais de 25 % dos respectivos valores mínimo e máximo obtidos com os corpos-de-prova não envelhecidos.

6.3.4 Resistência à tração - Curta duração

Após a montagem do espaçador, conforme indicado na Figura 5, deve ser aplicada uma força F de modo que a peça seja distendida pela máquina de tração de forma gradual e constante até a sua ruptura ou deformação permanente que impeça a continuação do ensaio. Essa ruptura deve ocorrer no berço do cabo mensageiro, com um valor superior ao especificado em 5.3.1.

6.3.5 Ensaios de Rotina nos braços anti-balanço
a) Inspeção geral (6.3.1);
b) Verificação dimensional (6.3.2);
c) Resistência à tração (curta duração);
d) Resistência à compressão (curta duração);

e) Resistência à carga lateral (curta duração).

6.3.6 Ensaios de Rotina nos grampos de ancoragem

a) Inspeção geral;
b) Verificação dimensional;
c) Ensaio de resistência à tração de escorregamento;
d) Resistência à tração (curta duração).

6.4 Ensaios de tipo

6.4.1 Resistência ao intemperismo artificial

6.4.1.1 Preparação dos corpos-de-prova

Devem ser preparados dez corpos-de-prova conforme as exigências de 6.2.

6.4.1.2 Método de ensaio

Os dez corpos-de-prova devem ser divididos em dois grupos contendo cinco amostras cada um para a verificação de suas características mecânicas antes e após o envelhecimento em câmara de intemperismo artificial durante 2000 horas.

Os valores individuais de resistência e alongamento à ruptura das cinco amostras não envelhecidas devem ser registrados e atender aos requisitos mínimos contidos na Tabela 1.

O outro grupo de cinco amostras deve ser envelhecido em uma dos seguintes tipos de câmaras de intemperismo:

a) Quando for utilizada lâmpada a xenônio, ensaiar conforme a ASTM G 26, método A;
b) Quando for utilizada lâmpada fluorescente, ensaiar conforme a NBR 9512, com ciclos de 8 horas de exposição à radiação ultravioleta-B a 70°C e 4 horas de exposição à condensação de água a 50°C;
   Os valores mínimo e máximo obtidos após o envelhecimento não devem variar em mais do que 25% em relação aos respectivos valores mínimo e máximo obtidos com os corpos-de-prova ensaiados sem envelhecimento.

6.4.2 Resistência à tração - Longa duração

Após a montagem do espaçador, conforme indicado na Figura 5, a peça deve ser submetida a uma solicitação de 250 daN por um período de nove dias e, ao final, com a carga removida, não deve haver variação superior a 15% nas dimensões horizontal e vertical da peça sob ensaio. De comum acordo entre a CONTRATANTE e o fornecedor, devem ser marcados pontos na peça para a verificação das dimensões.

6.4.3 Tensão suportável em frequência industrial sob chuva.

Este ensaio deve ser realizado com o espaçador montado com eletrodos de teste nus de diâmetro de 9 mm, conforme a NBR 6936 ou a IEC 60-1 (prática europeia). A tensão especificada em 5.2 deve ser aplicada durante um minuto, sem que ocorra disfunção entre os pontos indicados na Figura 4.

6.4.4 Tensão suportável de impulso atmosférico

6.4.4.1 O ensaio deve ser realizado com o espaçador montado com eletrodos de teste nus de diâmetro de 9 mm, conforme a NBR 6936 ou a IEC 60-1 (procedimento B).

6.4.4.2 O espaçador deve suportar o valor especificado em 5.2.

6.4.4.3 Devem ser aplicados quinze impulsos de cada polaridade, entre os pontos indicados na Figura 4, sem que ocorram mais do que duas descargas disruptivas na isolação auto-recuperante ou qualquer indicação de falha do corpo do espaçador.

6.4.5 Radio interferência

Os espaçadores devem ser ensaiados utilizando-se a montagem da Figura 4 e devem suportar o valor especificado em 5.2, na frequência indicada, de acordo com as prescrições da NBR 5049. O ensaio deve ser executado de acordo com a NBR 7876, utilizando-se instrumentos de medição em conformidade com a NBR 7875, ou de acordo com a IEC 437.

6.4.6 Compatibilidade elétrica

6.4.6.1 Montagem

Para a realização desse ensaio deve ser montado um conjunto com dois espaçadores, estando o mensageiro aterrado (cabo de aço ou eletrodo de teste nu de cobre) e os três condutores fases, com suas respectivas amarrações, energizado.
O ensaio deve ser realizado em pelo menos três conjuntos independentes, utilizando cabos cobertos com comprimento mínimo de 3 m por fase e de material previamente acertado entre o fornecedor e a CONTRATANTE.

6.4.6.2 Procedimento de ensaio

O ensaio deve ser executado de acordo com as seguintes condições:

a) Aplicação de corrente elétrica nos condutores fases para obtenção da temperatura de 60°C na superfície da cobertura do cabo;
b) Ciclos de vinte minutos, sendo cinco minutos com aspersão de chuva, seguidos de quinze minutos sem aspersão;
c) Aspersão de 1 mm por minuto de água com condutividade de 750 •S/cm;

d) Tensão elétrica de 16 kV aplicada simultaneamente nos condutores fases, com o mensageiro aterrado.

6.4.6.3 Critérios de aprovação
Nenhum material dos conjuntos deve apresentar erosão, trilhamento, fissuras ou rachaduras, após trinta dias de ensaio, para ser considerado aprovado no ensaio.

6.4.7 Ensaios de tipo nos braços anti-balanço

a) Inspeção geral;
b) Permissividade;
c) Absorção de água;
d) Fragilização;
e) Carga e alongamento de ruptura, antes e após o envelhecimento em estufa a ar;
f) Carga e alongamento de ruptura, antes e após o envelhecimento em câmara de UV;
g) Verificação dimensional;
h) Resistência à tração (curta duração);
i) Resistência à compressão (curta duração);
j) Resistência à carga lateral (longa duração).

6.4.8 Ensaios de tipo nos grampos de ancoragem

a) Inspeção geral;
b) Verificação dimensional;
c) Permissividade;
d) Ensaio de absorção de água;
e) Ensaio de resistência à tensão de trilhamento elétrico;
f) Ensaio de resistência à tração de escorregamento;
g) Fragilização;
h) Carga e alongamento de ruptura, antes e após o envelhecimento em estufa de ar;
i) Carga e alongamento de ruptura, antes e após o envelhecimento em câmara de UV;
j) Resistência à tração (curta duração).

6.5 Relatórios dos ensaios

6.5.1 O relatório dos ensaios, a ser preparado pelo fornecedor, deve conter, no mínimo, as seguintes informações:
a) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
b) Número do pedido de compra;
c) Tamanho do lote, número e identificação das unidades amostradas
d) Identificação completa do material ensaiado;
e) Relação e descrição sucinta dos ensaios;
f) Indicação de normas técnicas, instrumentos e circuitos de medição;
g) Memórias de cálculo e resultados obtidos nos ensaios e eventuais observações;
h) Datas de início e término dos ensaios e de emissão do relatório;
i) Identificação do laboratório onde os ensaios foram executados;

j) Nomes legíveis e assinaturas do inspetor da Eletrobras e do responsável pelos ensaios.

6.5.2 O material não será liberado pelo inspetor da ELETROBRAS enquanto não lhe forem entregues três vias do relatório dos ensaios e três vias dos relatórios dos ensaios

7. PLANOS DE AMOSTRAGENS

7.1 Ensaios de rotina

7.1.1 O tamanho da amostra e os critérios de aceitação e de rejeição para os ensaios de rotina devem estar de acordo com a Tabela 2, para o regime de inspeção normal, de acordo com NBR 5426 ou a ISSO 2859.

7.1.2 A comutação do regime de inspeção ou qualquer outra consideração adicional deve ser feita de acordo com as recomendações da ABNT-NBR 5426 ou da ISO 2859.

8. TABELAS

8.1 Tabela 1 – Requisitos Físicos dos Compostos

Norma aplicável	Ensaio	Requisitos (Nota)			Unid.
		Polietileno	Borracha de Silicone	EPR	
NBR 6241 (Nota 2)	Carga de ruptura sem envelhecimento	≥ 12,5	≥ 7,0	≥ 4,2	MPa
	Alongamento à ruptura sem envelhecimento	≥ 300	≥ 150	≥ 200	%
NBR 6238 (Nota 2)	Carga de ruptura após envelhecimento com duração de 168 horas	Variação máxima de ± 25% (a 110ºC ± 2°C)	Variação máxima de ± 25% (a 135ºC ± 3°C)	Variação máxima de ± 25% (a 135ºC ± 3°C)	-
	Alongamento à ruptura após envelhecimento, com duração de 168 horas	Variação máxima de ±25% (a 110ºC ± 2°C)	Variação máxima de ±25% (a 135ºC ± 3°C)	Variação máxima de ±25% (a 135ºC ± 3°C)	-
NBR 7291	Resistência à fissuração (48 horas a 50 0C)	Sem fissuras	Não aplicável	Não aplicável	-
ASTM D150	Permitividade relativa	≤ 3	≤ 3	≤ 3	-
NBR 7040	Absorção de água Método gravimétrico: - duração da imersão - temperatura - Variação máxima permissível de massa	168 85 ± 2 5	Não aplicável	168 85 ± 2 25	Hora SºC %
NBR 7307	Temperatura de fragilização	≤ -15	≤ -15	≤ -15	ºC

NOTAS:

1 - Outros materiais poderão ser aceitos desde que seus valores correspondam aos requisitos físicos acima listados e sejam submetidos previamente à aprovação da CONTRATANTE.

2 - Para os ensaios de ruptura e de alongamento deve ser utilizada uma velocidade de separação das garras da máquina de tração igual a 50 mm/min, conforme a ASTM D 1248 e a ASTM D 638.

8.2 Tabela 2 - Planos de amostragem para os ensaios de rotina

<table>
<tr><td rowspan="4">Tamanho do Lote</td><td colspan="4">- Inspeção visual.
- Verificação dimensional</td><td colspan="4">Resistência à tração de Curta Duração</td><td colspan="3">- Ensaios Físicos do Composto
- Trilhamento Elétrico</td></tr>
<tr><td colspan="4">Amostragem Dupla
Nível de Inspeção I
NQA 1,5 %</td><td colspan="4">Amostragem Dupla
Nível de Inspeção S4
NQA 2,5 %</td><td colspan="3">Amostragem Dupla
Nível de Inspeção S4
NQA 10 %</td></tr>
<tr><td colspan="4">Amostra</td><td colspan="2">Amostra</td><td rowspan="2">AC</td><td rowspan="2">RE</td><td rowspan="2">Amostra (nota 2)</td><td rowspan="2">AC</td><td rowspan="2">RE</td></tr>
<tr><td>Sequência</td><td>Tamanho</td><td>Ac</td><td>Re</td><td>Seq.</td><td>Tam</td></tr>
<tr><td>Até 150</td><td>-</td><td>3</td><td>0</td><td>1</td><td>-</td><td>5</td><td>0</td><td>1</td><td rowspan="4">5</td><td rowspan="4">1</td><td rowspan="4">2</td></tr>
<tr><td>151 a 280</td><td>-</td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3">1ª
2ª</td><td rowspan="3">13
13</td><td rowspan="3">0
1</td><td rowspan="3">2
2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">281 a 1200</td><td>1ª</td><td>20</td><td>0</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2ª</td><td>20</td><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1201 a 3200</td><td>1ª</td><td>32</td><td>0</td><td>3</td><td rowspan="4">1ª
2ª</td><td rowspan="4">20
20</td><td rowspan="4">0
3</td><td rowspan="4">3
4</td><td rowspan="6">8</td><td rowspan="6">2</td><td rowspan="6">3</td></tr>
<tr><td>2ª</td><td>32</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3201 a 10000</td><td>1ª</td><td>50</td><td>1</td><td>4</td></tr>
<tr><td>2ª</td><td>50</td><td>4</td><td>5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10001 a 35000</td><td>1ª</td><td>80</td><td>2</td><td>5</td><td>1ª</td><td>32</td><td>1</td><td>4</td></tr>
<tr><td>2ª</td><td>80</td><td>6</td><td>7</td><td>2ª</td><td>32</td><td>4</td><td>5</td></tr>
</table>

NOTAS:

1 - Regime de inspeção normal, conforme a NBR 5426 ou a ISO 2859.

2 - A partir da amostra requerida devem ser confeccionados os corpos-de-prova, de acordo com as exigências das seções 6.3.3 (ensaio de trilhamento elétrico) e 6.3.4 (ensaios físicos do composto).

3 - NQA: Nível de Qualidade Aceitável.

Seq.: Sequência.

Tam.: Tamanho da amostra.

Ac - Número de aceitação: nº de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote.

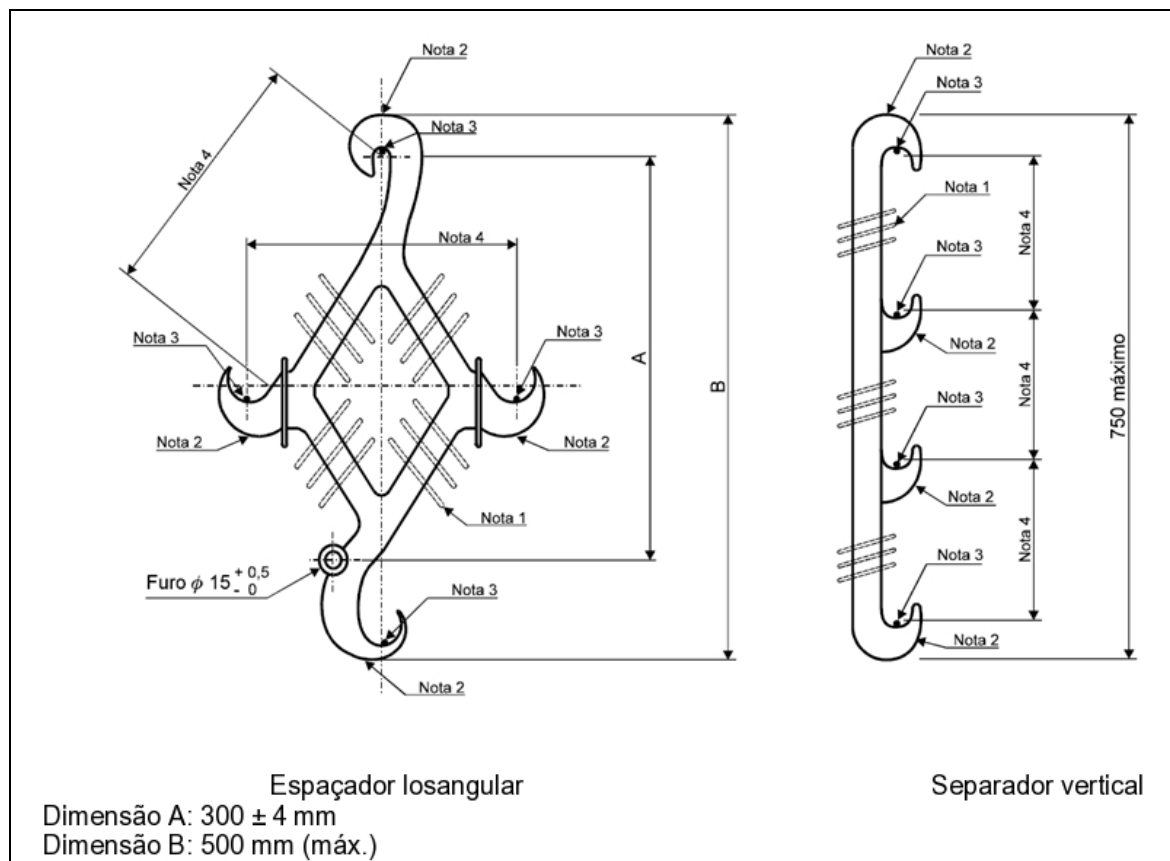
Re - Número de rejeição: nº de unidades defeituosas que implica na rejeição do lote.

4 - Se a amostra requerida for igual ou maior que o número de unidades constituintes do lote, deve ser efetuada inspeção cem por cento.

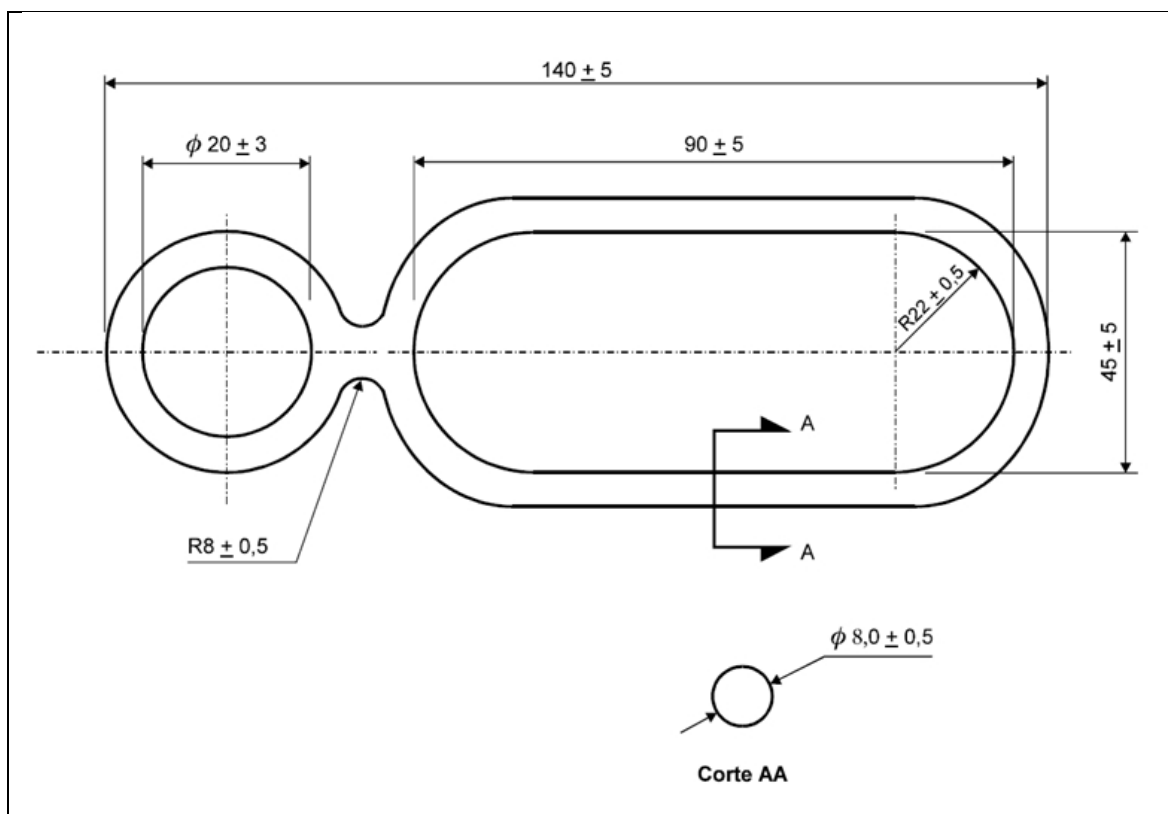
5 - Procedimento para amostragem dupla

Inicialmente, ensaiar a primeira amostra indicada na Tabela. Se o número de unidades defeituosas encontradas estiver compreendido entre "Ac" e "Re" (excluídos esses valores), deve ser ensaiada a segunda amostra. O número total de unidades defeituosas encontrado, depois de ensaiadas as duas amostras, deve ser menor ou igual ao maior "Ac" especificado na Tabela para permitir a aceitação do lote.

9. FIGURAS

9.1 FIGURA 1 – Tipos de Espaçadores

NOTAS:

1 - Devem ser previstas aletas ao longo dos espaçadores, entre os berços, para assegurar as distâncias de escoamento especificadas.
2 - Na parte inferior aos berços dos condutores fases, bem como na parte superior do berço do cabo mensageiro, devem ser previstas ranhuras compatíveis com as amarrações (anel ou laço pré-formado).
3 - Pontos de referência para medição da distância de escoamento.
4 - As distâncias entre berços devem ser definidas em função das características elétricas indicadas em 5.2.
5 - Variações nas partes não cotadas são admissíveis desde que mantidas as características eletromecânicas
6 - Dimensões indicadas em milímetros.

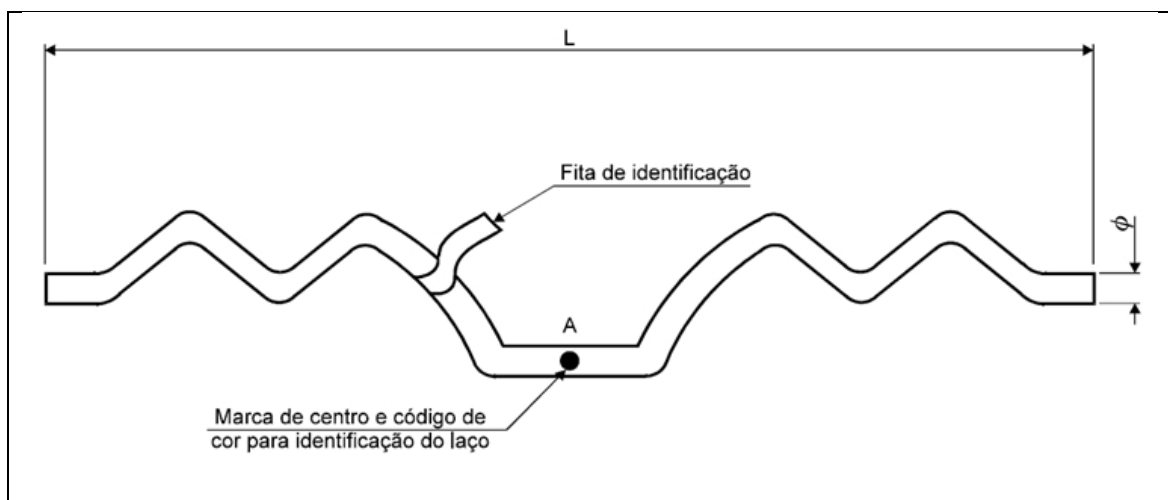
9.2 FIGURA 2 – Anel para Amarração de Cabos Cobertos e Mensageiros de 15 kV

NOTAS:

1 - O anel será aplicado sobre a cobertura dos seguintes cabos para redes de 15 kV:

Seção Nominal do Cabo Coberto em mm^2	Espessura da cobertura em mm	Diâmetro Externo Nominal do Cabo Coberto em mm
50	3,0	14,2 ± 0,2
150	3,0	20,2 ± 0,2

2 - Variações de forma nas partes não cotadas são admissíveis desde que mantidas as características eletromecânicas.

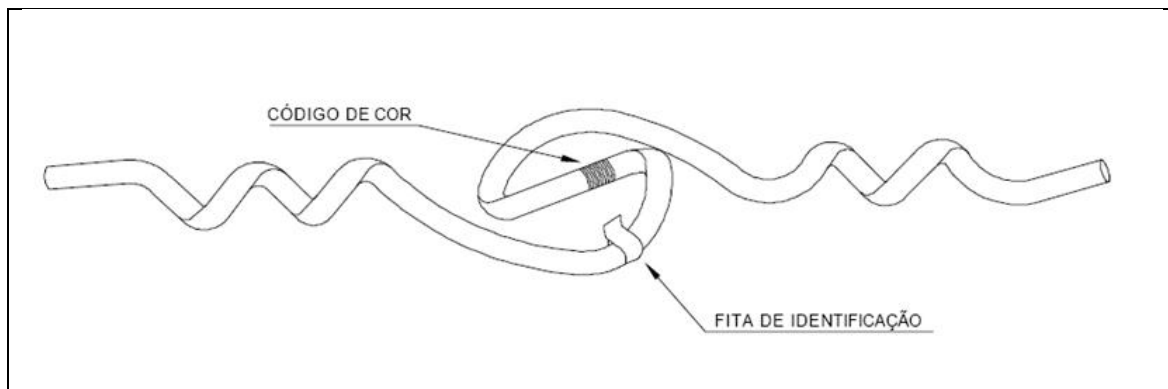
3 - Dimensões indicadas em milímetros.

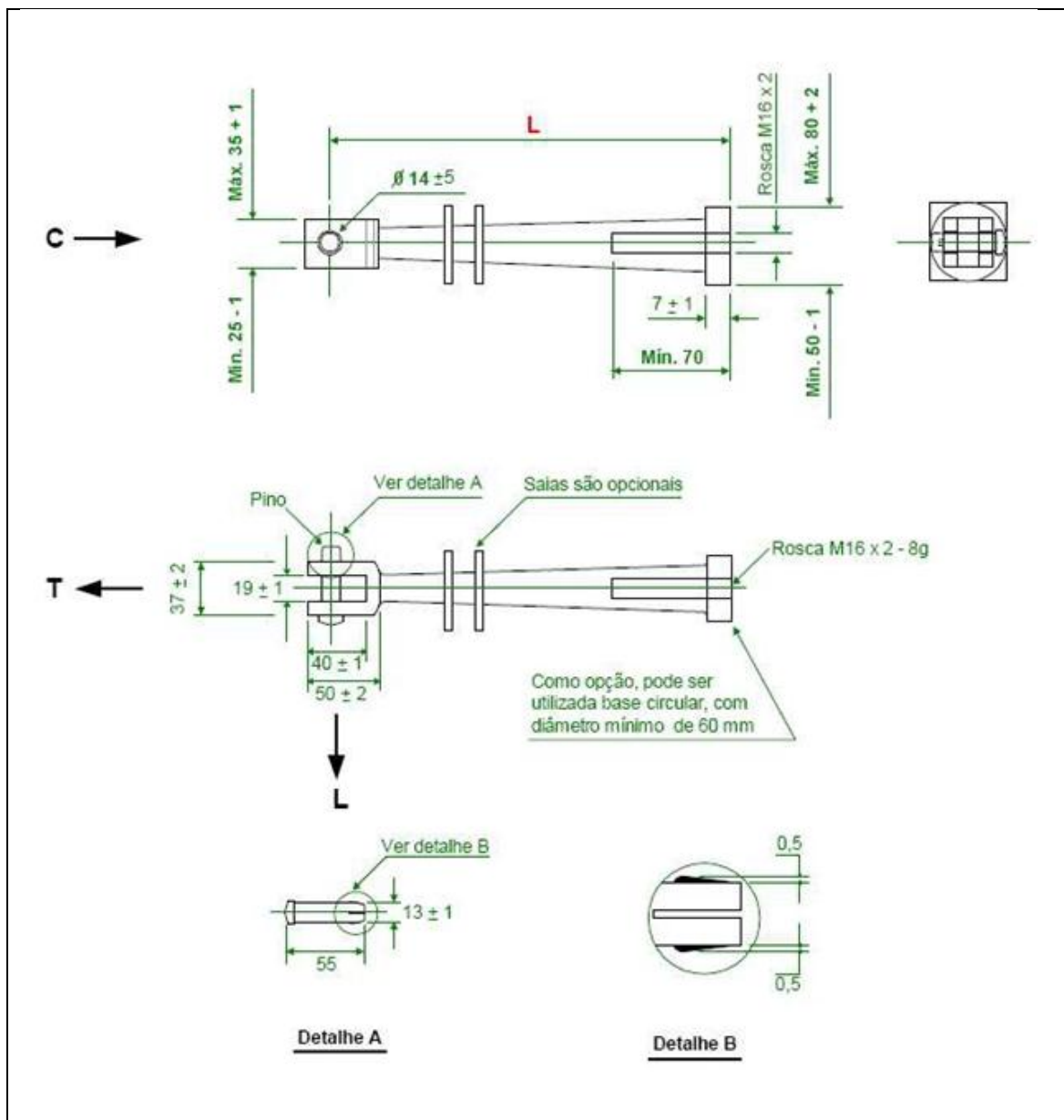
9.3 FIGURA 3 – Laço Pré-Formado Polimérico para Amarração de Cabos Cobertos 15 kV

Item	Características do Laço - 15 kV			Aplicação em Cabo Coberto - 15 kV		
	L	Diâmetro da vareta	Código da Cor	Seção do Condutor	Espessura da Cobertura	Diâmetro Externo
	mm	mm	A	mm^2	mm	mm
1	397 ± 5	8,0 ± 5	Azul	50	3	14,2 ± 5
2	460 ± 5	8,0 ± 6	Vermelho	95	3	17,4 ± 5
3	550 ± 5	9,5 ± 5	Vermelho	150	3	20,2 ± 5

Notas

1 - Variações de forma nas partes não cotadas são admissíveis desde que mantidas as características eletromecânicas.

2 - Medidas em milímetros.

9.4 FIGURA 4 – Laço Pré-Formado Polimérico de Topo para Fixação de Cabos Cobertos 15 kV.

Item	Código	Descrição	Comp. Máx. (mm)	Condutor Neutro
1	3431721	Laço Pré-formado Topo 35 mm^2	470	35 mm^2
2	3431720	Laço Pré-formado Topo 70 mm^2	470	70 mm^2
3	343080	Laço Pré-formato Topo 185 mm2	505	185 mm^2

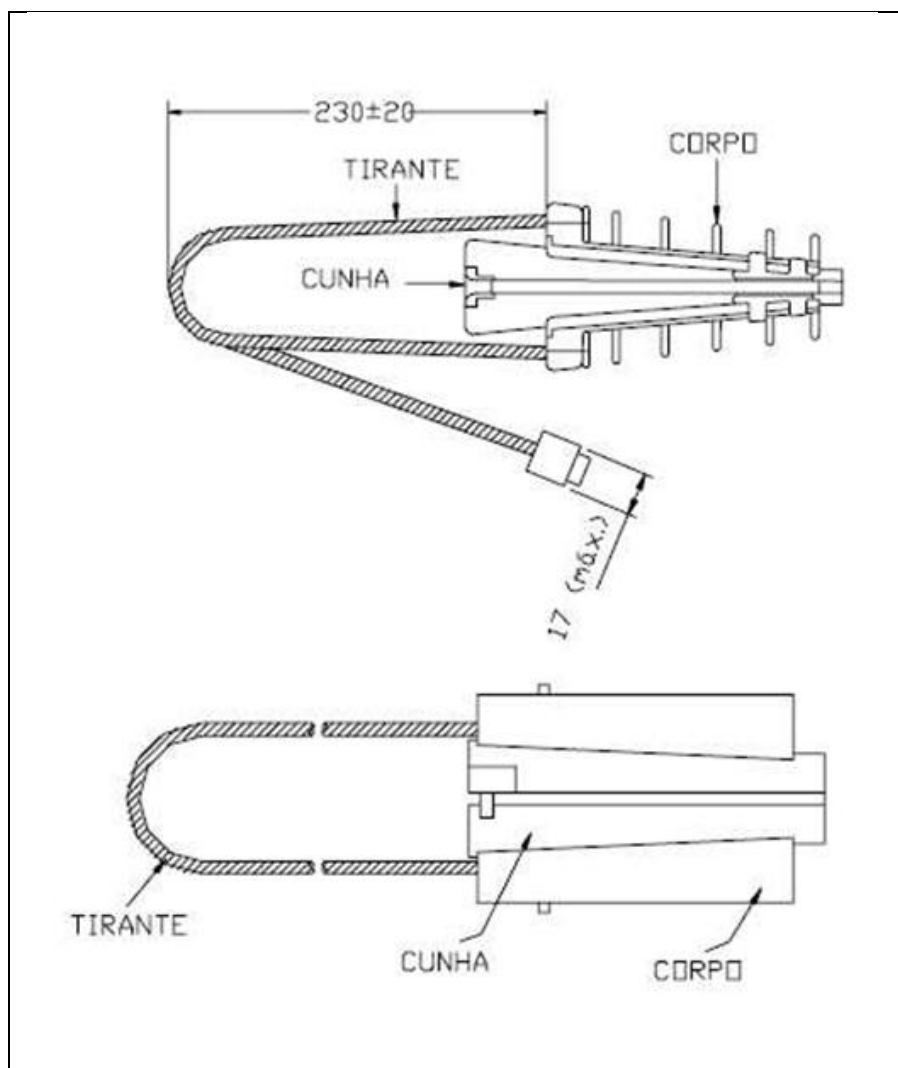
9.5 FIGURA 5 – Braço Anti-Balanço em Poliamida

Dimensão L	Características Elétricas				
	Tensão máxima de operação	Mínima tensão suportável		Rádio interferência	
		Em 60 Hz, sob chuva, por 1 minuto	De impulso atmosférico a seco	Tensão aplicada durante o ensaio	Máxima tensão de rádio interferência TRI
	(em kV)	min.	kV (pico)	(kV)	µV
305 ± 2	15 eficazes	34 kV eficazes	95	8	50

Notas:

1 - Medidas em milímetros.

2 - O número de saias do corpo do braço é opcional.

3 - Desenho orientativo. Outras alternativas poderão ser aceitas desde que permitam a fixação a postes duplo T, mantidas as distâncias entre o espaçador losangular e o poste e as características químicas, mecânicas e elétricas definidas nessa especificação
Referência comercial: BAB 102 da PLP ou similar

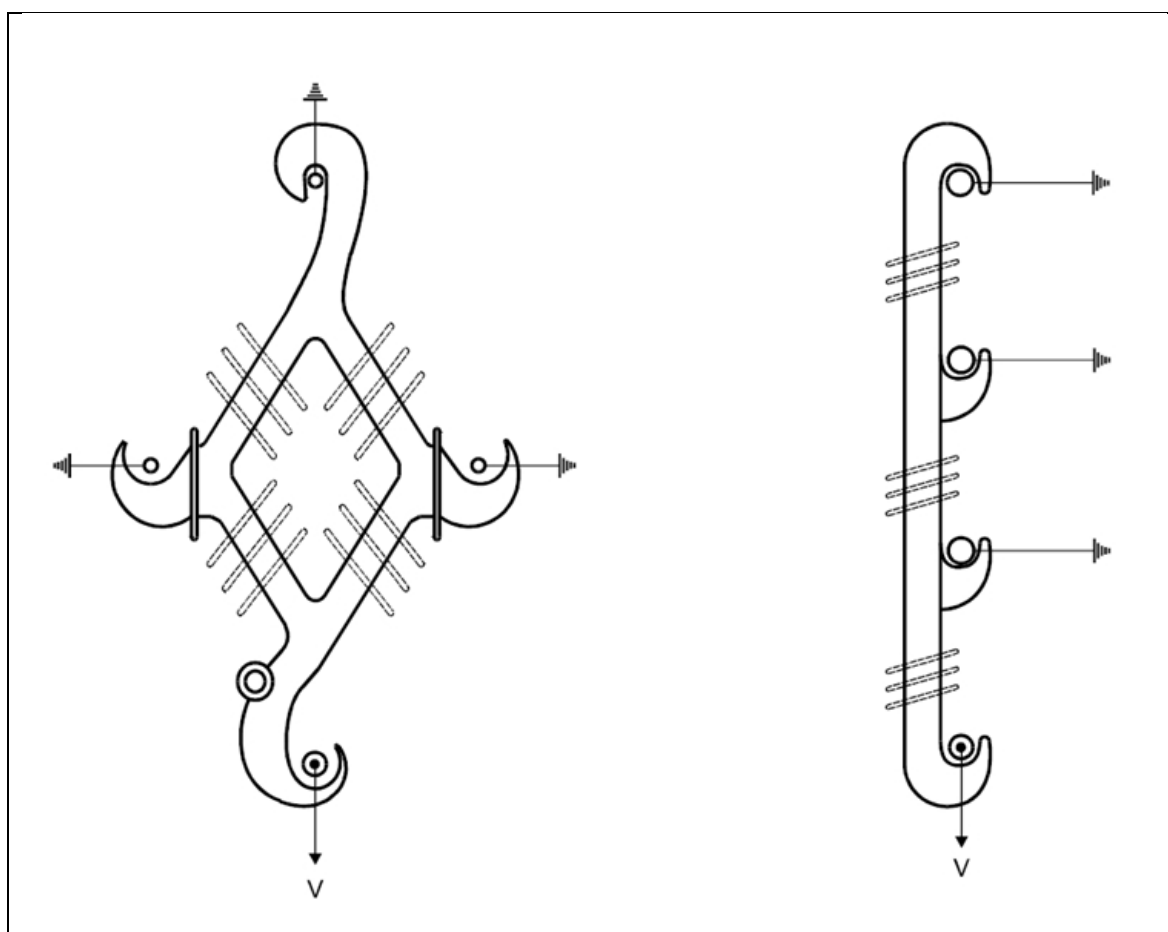
9.6 FIGURA 6 – Grampo de Ancoragem com Corpo em Alumínio e Cunha Termoplástica

Classe de Tensão kV	Seção do cabo mm2	Diâmetro em mm Mínimo	Máximo
13,8	35	12,0	15,0
	70	15,5	18,0
	185	21,8	24,3
	300	26,2	29,4

NOTAS:

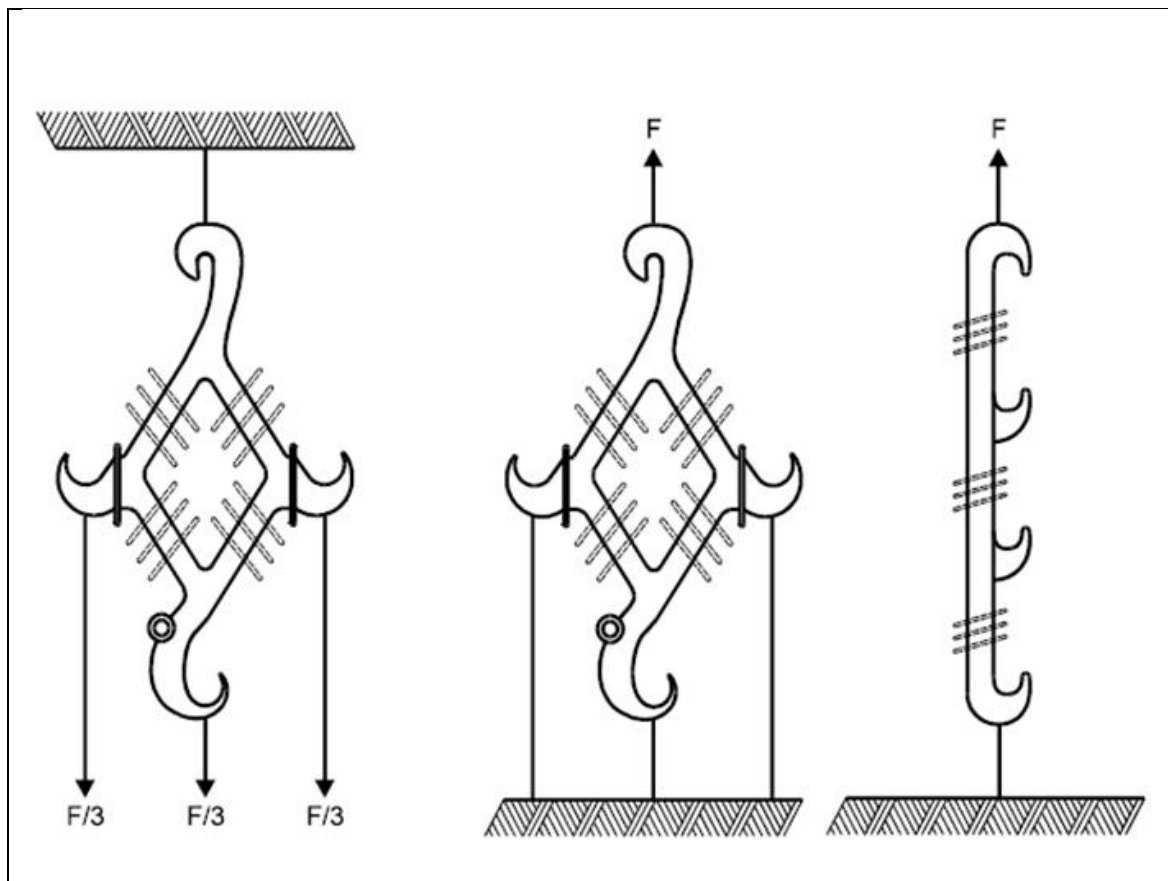
Variações de forma nas partes não cotadas são admissíveis desde que mantidas as características eletromecânicas.

Medidas em milímetros.

1.1. Referência: Grampos GAD 1003N da PLP ou similares para cabos de bitola 336,4 MCM

9.7 FIGURA 7 – Esquema de Montagem Para os Ensaios de Tensão Suportável em Frequência Industrial Sob Chuva, Tensão Suportável de Impulso Atmosférico e de Rádio Interferência.

NOTAS:

1 - Os eletrodos utilizados na posição do cabo mensageiro e dos condutores fases devem ter diâmetro de (10 + 1) mm
2 - A tensão V a ser aplicada corresponde aos valores especificados em 5.2.

9.8 FIGURA 7 – Esquema de Montagem Para os Ensaios de resistência à Tração de Espaçadores

NOTAS:

1 - No ensaio de espaçadores, poderá ser utilizada uma das duas montagens acima sugeridas.
2 - A carga F a ser aplicada corresponde ao valor especificado em 5.3.

10. ANEXOS

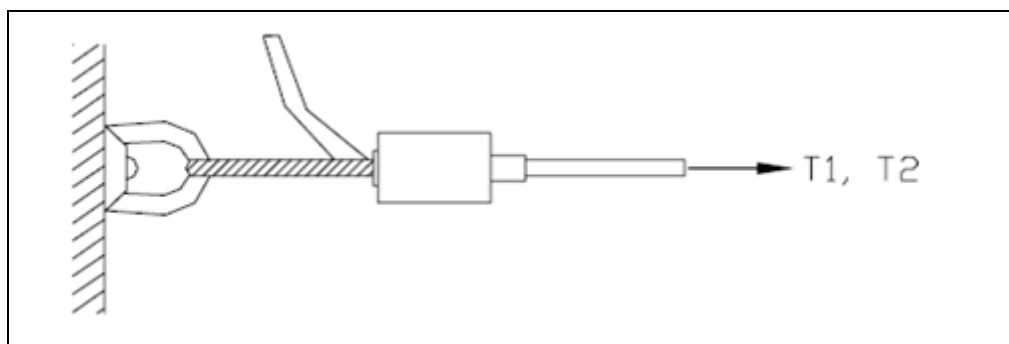
10.1 ANEXO A – Ensaio Mecânico em Braços Anti-Balanço

Esse ensaio deve ser realizado aplicando-se as trações abaixo em um braço montado como o será em serviço:

1 - Tração (T) e compressão horizontal (C):
- 126 daN, sem deformação permanente;
- 180 daN, sem ruptura.

2 - Esforço lateral (L):
- 50 daN, sem deformação permanente

10.2 ANEXO B – Ensaio Mecânico em Grampos de Ancoragem

Os Esforços devem ser aplicados na extremidade do grampo conforme desenho abaixo:

Método de Ensaio	
Carga de Ruptura T1	Carga de Escoramento T2
500	500

10.3 ANEXO C - Preparação de Corpos-de-Prova para os Ensaios do Composto a Partir do Produto Acabado

1 - Aplicação

O procedimento para a obtenção de placas para os corpos-de-prova, através da fusão de materiais, pode ser aplicado a polímeros termoplásticos, tais como polietileno, polipropileno, etc..
No caso de polímeros termo fixos, tais como silicone, XLPE e EPR, esse processo não é aplicável, sendo a melhor alternativa o emprego de processos mecânicos, como corte, plaina, torneamento, etc.

2 - Obtenção da matéria-prima

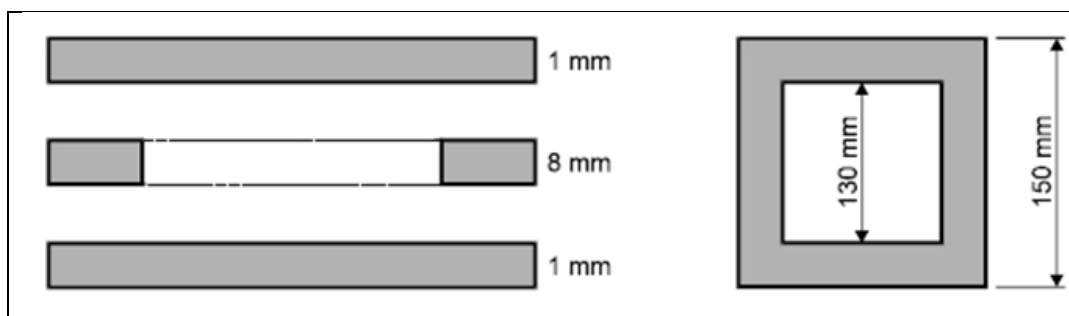
A matéria prima a ser ensaiada deve ser obtida por corte das peças amostradas (produto acabado).
Deve ser cortado material suficiente para preencher o molde com algum excesso. Cuidar para não contaminar o material durante o corte, como por

exemplo, com tinta ou partículas metálicas provenientes do instrumento de corte, graxa ou óleos presentes no local da execução da atividade.

3 - Molde

Deve ser utilizado um molde fabricado em metal, pouco aderente ao polímero. Para o polietileno pode-se utilizar aço inoxidável ou alumínio. É importante que as superfícies sejam planas e sem marcas.
O molde deve ser composto por três placas de 150 mm x 150 mm, que atendam também às exigências abaixo:

a) Placas superior e inferior: espessura aproximada de 1 mm;
b) Placa intermediária: espessura de 8 mm, vazada por um quadrado de 130 mm x 130 mm, centrado em relação às bordas da placa.

Para facilitar a desmoldagem do corpo-de-prova, deve ser utilizado um filme de poliéster entre o material a ser derretido e as placas superior e inferior.

4 - Prensa

Utilizar prensa hidráulica com placas de aquecimento termostatizadas com precisão de ± 5°C.

5 - Procedimento

As placas da prensa devem ser aquecidas em torno de 10°C acima da temperatura de fusão do polímero a ser testado.
O molde completo deve ser, então, colocado sobre as placas da prensa e aquecido. Quando tiver atingido a temperatura adequada, deve ser colocado o filme de poliéster sobre a placa inferior.
A seguir, repor a placa vazada e, finalmente, depositar o material polimérico no interior da área vazada.

Colocar a tampa superior do molde e encostar, sem pressão, as placas da prensa.

Aguardar a fusão do material (em torno de 10 minutos) e aplicar pressão entre 1 MPa e 2 MPa.

O tempo de moldagem não deve ser superior a 20 minutos, buscando-se a melhor temperatura de trabalho. O acréscimo de 10°C acima da temperatura de fusão, anteriormente citado, servirá de orientação inicial (esse acréscimo de temperatura não deve ser excessivo para não causa deterioração do material polimérico). Transcorrido o tempo definido para a

fabricação do corpo-de-prova, o molde deve ser retirado da prensa e deve ser permitido seu resfriamento natural para evitar empenamentos.

Após a desmoldagem, o corpo-de-prova deve ser preparado conforme a norma do ensaio a ser realizado.

10.4 ANEXO D - DADO TÉCNICO E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

Componentes isolantes para redes protegidas de 15 k V

Nome do fornecedor: .... Nº da Proposta:.............
Número do Edital de Licitação: .... Item: ....
Número da Concorrência: ....
Número de Unidades: .... Data: ..../..../....

Item	Descrição	Característica ou unidade
1	**Espaçador**	
1.1	Material	....
1.2	Dimensões: - AN - CN - BC - BA - AC - BN - DN - ED - FE N, C, A, B — Espaçador losangular N, D, E, F — Separador vertical	 .... mm .... mm .... mm .... mm .... mm .... mm .... mm .... mm .... mm
1.3	Características elétricas: - tensão máxima fase-terra - tensão máxima fase-fase - tensão suportável impulso atmosférico - tensão suportável em freqiência industrial sob chuva (1 min.) - tensão de trilhamento elétrico - tensão máxima de radiointerferência - distância de escoamento	 .... kV .... kV .... kV .... kV .... kV .... µV .... mm
1.4	Características mecânicas: - resistência à tração - curta duração (carga de ruptura) - resistência à tração - longa duração (carga nominal)	 .... daN .... daN
2.	**Amarrações**	
2.1	Tipo (anel ou laço)	....
2.2	Material (descrever a matéria-prima básica)	....
2.3	Dimensões (desenhar indicando cotas)	
2.4	Aplicação dos anéis e laços - seção do condutor fase - diâmetro externo do condutor fase : mínimo máximo - diâmetro externo do mensageiro: mínimo máximo	 .... mm^2 .... mm .... mm .... mm .... mm

Item	Descrição	Característica ou unidade
3	Braço anti -balanço em poliamida Material do braço Material do pino Cor do braço Cor do pino Dimensões do braço Dimensões do pino Características elétricas do conjunto braço pino Características mecânicas do conjunto braço pino	 .... mm .... mm ....
4	Grampo de ancoragem Material do corpo do grampo Material da cunha do grampo Dimensões do grampo Características elétricas do grampo Características mecânicas do grampo	 .... mm ....
5	Desenhos O fornecedor deve anexar à proposta desenhos detalhados para cada material, contendo, no mínimo, as seguintes informações: - cortes e detalhes; - principais dimensões em escala.	....
6	Ensaios de tipo O fornecedor deve anexar à proposta cópia dos relatórios dos seguintes ensaios de tipo realizados por entidade qualificada e/ou credenciada, aplicados em materiais idênticos aos ofertados e cuja realização tenha sido acompanhada por inspetor da CONTRATANTE: - resistência ao intemperismo artificial; - tensão suportável em freqüência industrial sob chuva; - tensão suportável de impulso atmosférico; - rádiointerferência; - compatibilidade elétrica; - resistência à tração (longa duração); - outros que se fizerem necessários, de comum acordo entre a CONTRATANTE e o fabricante.	Listar os relatórios enviados ....

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

PARA RAIOS COM RESISTOR NÃO LINEAR DE ÓXIDO METÁLICO PARA REDES DE BAIXA TENSÃO

ET – 004

Revisão	Alterações	Data	Responsável
01	Emissão Inicial	30/05/2012	Adjar Barbosa

Elaborado	Aprovado	Projeto

ÍNDICE

CAPÍTULO PÁGINA

1 OBJETIVO

1.1 Esta especificação estabelece as exigências mínimas relativas à fabricação e ao recebimento de para-raios com resistor não linear de óxido metálico sem centelhadores em série, a serem usados nas empresas distribuidoras da Eletrobras.

- ELETROBRAS AMAZONAS ENERGIA
- ELETROBRAS DISTRIBUIÇÃO ALAGOAS
- ELETROBRAS DISTRIBUIÇÃO PIAUI
- ELETROBRAS DISTRIBUIÇÃO RONDONIA
- ELETROBRAS DISTRIBUIÇÃO ACRE
- ELETROBRAS DISTRIBUIÇÃO BOA VISTA ENERGIA

1.2 O sistema elétrico das empresas de distribuição de energia elétrica da Eletrobrás são a 60 Hz, 4 fios, trifásicos e neutro solidamente aterrado. As tensões secundárias padronizadas dos transformadores trifásicos são 220 V e 380 V (fase-fase) e 127 V e 220 V (fase-neutro). Os sistemas são considerados efetivamente aterrados com tempo máximo de duração de falta de 2 segundos. Os para-raios a serem fornecidos devem ser capazes de operar sem sofrer danos nas tensões máximas de operação e em condições de sobre tensão temporária.

2 REFERÊNCIAS

2.1 Legislação Federal

- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente
- Lei nº 7.347, de 24.07.85 - Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico
- Lei nº 9.605, de 12.02.98 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
- Resolução do CONAMA1 nº 1, de 23.01.86 - Dispõe sobre o Estudo e o Relatório de Impacto Ambiental - EIA e RIMA
- Resolução do CONAMA nº 237, de 19.12.97 - Revisão do Sistema de Licenciamento Ambiental

2.2 Normas Técnicas

- IEC 61643-1- Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems -Part 1: Performance requirements and testing methods
- IEC 99-4 - Surge Arresters Part 4: Metal oxide arresters without gaps for a.c. systems
- ABNT/NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimentos.
- ISO 2859 - Sampling procedures and tables for inspection by attributes
- IEC 68-2-30 - Basic environmental testing procedures – Part 2 : Tests – Test Db and guidance: damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle)

NOTAS:

1 - É permitida a utilização de normas de outras organizações, desde que elas assegurem qualidade e desempenho igual ou superior à das normas relacionadas e que as exigências de quaisquer normas alternativas não contrariem a presente Especificação Técnica.
Se forem utilizadas outras normas, elas devem ser citadas nos documentos da proposta sendo responsabilidade do proponente estabelecer a aplicabilidade de quaisquer normas alternativas. Caso a Eletrobras julgue necessário, o proponente deve enviar uma cópia das normas mencionadas.

2 - Todas as normas referidas e quaisquer normas alternativas devem estar à disposição do inspetor/diligenciador da Eletrobrás, no local da inspeção.

3 DEFINIÇÕES

Para fins desta Norma são adotadas as seguintes definições:

3.1 Para-raios

Equipamento que consiste essencialmente de blocos em óxido metálico com características altamente não lineares, encapsulados em invólucro de material polimérico ou resina epóxi.

3.2 Desligador Automático

Dispositivo para desligar um para-raios do sistema na ocorrência de falha do para-raios, de forma a evitar falta permanente do sistema e a propiciar indicação visual do para-raios defeituoso do ponto de vista de uma pessoa localizada ao nível do solo.

3.3 Tensão Nominal do Para-raios (Ur)

A tensão nominal do para-raios é a máxima tensão eficaz de frequência industrial para o qual o para-raios foi projetado para atuar.
Nota: Para os para-raios regidos por esta Especificação, esta tensão será igual à tensão máxima de Operação Continua, descrita a seguir.

3.4 Tensão de Operação Continua (Uc)

A tensão de operação continua é o valor eficaz de tensão de frequência industrial que pode ser aplicado continuamente aos terminais dos para-raios.

3.5 Corrente de operação continua (Ic)

É a corrente que flui pelo para-raios quando energizado à máxima tensão de operação contínua Uc.

3.6 Corrente de Referência

A corrente de referência é definida como sendo o valor de pico de corrente resistiva na frequência industrial utilizada para determinação do valor de tensão de referência do para-raios. A corrente de referência deve ser alta o bastante para tornar desprezíveis os efeitos capacitivos e deve ser especificada pelo fabricante.

3.7 Tensão de Referência

O valor de tensão obtido quando da aplicação da corrente de referência.
Nota: A medição da tensão de referência é necessária para a seleção das amostras adequadas para o ensaio de ciclo de operação (ver seção 6.2.1.3).

3.8 Frequência Nominal

É a frequência nominal do sistema de potência para o qual o para-raios é projetado.

3.9 Corrente nominal de descarga (In)

Valor de crista da corrente que flui pelo para-raios com forma de onda 8/20 ps. Essa corrente é usada para a classificação dos para-raios de acordo com a IEC 61643-1 (para-raios da classe II de ensaios) e também na etapa de pré-condicionamento do ensaio de ciclo de operação.

3.10 Máxima corrente de descarga para classe II de ensaios (Imax)

Valor da corrente através do para-raios com forma de onda 8/20 ps e amplitude de acordo com a sequência do ensaio de ciclo de operação da classe II. Imax é maior que In.

3.11 Nível de proteção de tensão (Up)
Parâmetro que caracteriza o desempenho do para-raios ao limitar a tensão através de seus terminais, o qual é selecionado a partir de uma relação de valores preferenciais. Para fins desta Especificação, Up é o valor de pico da tensão residual para a corrente nominal de descarga (In).

3.12 Tensão Residual (Ures)
Valor da tensão de pico nos terminais do para-raios quando da circulação de uma corrente de descarga.

3.13 Curva característica tensão suportável de 60 Hz x tempo
Indica os máximos intervalos de tempo, sob condições especificadas, para os quais as tensões de 60 Hz correspondentes podem ser aplicadas aos para-raios sem causar danos ou instabilidade térmica.

3.14 Avalanche térmica

Condição operacional em que a dissipação de energia de um para-raios excede a capacidade térmica de dissipação do invólucro e conexões, conduzindo a um incremento acumulativo na temperatura dos componentes internos e culminando em falha.

3.15 Estabilidade térmica
Um para-raios é termicamente estável se, após o ensaio de ciclo de operação, provocando elevação de temperatura, a temperatura do para-raios diminui com o tempo quando o para-raios é energizado à máxima tensão de operação continua especificada e nas condições de temperatura ambiente especificadas.

3.16 Degradação
Alteração nos parâmetros originais de desempenho em consequência da exposição do para-raios a surtos, serviço ou ambiente desfavorável.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Geral

4.1.1 Os para-raios devem ser fornecidos obrigatoriamente com desligador automático.

4.1.2 Os para-raios devem satisfazer às exigências referentes aos para-raios de classe de teste II de acordo com a norma IEC 61643-1.

4.2 Meio ambiente

1.1.1. Em todas as etapas da fabricação dos para-raios, deve ser rigorosamente cumprida a legislação ambiental brasileira, especialmente os instrumentos legais listados no capítulo 2, e as demais legislações estaduais e municipais aplicáveis.

1.1.2. Fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação vigente nos seus países de origem e as normas internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte dos para-raios, até o seu aporte no Brasil.

1.1.3. O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente, que possam incidir sobre a ELETROBRAS, quando derivadas de condutas inadequadas do fornecedor e/ou dos seus subfornecedores.

1.1.4. Visando orientar as ações da ELETROBRAS quanto ao descarte dos para-raios, após serem retirados do sistema, o fornecedor deve apresentar, juntamente com a sua proposta, as seguintes informações:

a) Materiais usados na fabricação dos componentes do para-raios e respectiva composição físico-química de cada um deles;

b) Efeitos desses componentes no ambiente, quando de sua disposição final (descarte);

c) Orientações quanto à forma mais adequada de disposição final.

1.2. Condições de serviço

1.2.1. Os para-raios devem ser adequados para operação continua sob as seguintes condições ambientais:

a) Altitude não superior a 1.000m;
b) Temperatura média do ar ambiente, num período de 24 horas, não superior a 35°C;
c) Temperatura mínima do ar ambiente igual a -5 ºC e máxima igual a 40°C;
d) Radiação solar;
e) Umidade relativa do ar de até 100%;
f) Pressão do vento não superior a 700 pa (70 daN/m‘);
g) Frequência da fonte de corrente de alimentação de 48 a 62 Hz;

1.2.2. Condições especiais de operação serão indicadas na documentação de licitação e confirmadas no Pedido de Compra (PC).

1.3. Identificação

1.3.1. A identificação do para-raios deve ser de forma indelével e legível e deve ser verificada pelo ensaio da seção 6.2.2.a. As seguintes informações devem estar claramente legíveis no para-raios quando estiver instalado e conectado:

a) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
b) Tipo (modelo) e/ou número de catálogo;
c) Classe de ensaios conforme definido pela norma IEC 61643-1;
d) Mês e ano de fabricação;
e) Máxima tensão de operação contínua (Uc);
f) Corrente de descarga nominal (In);

g) Identificação dos terminais de linha e de aterramento.

1.4. Embalagem e embarque

1.4.1. O sistema de embalagem deve proteger todo o equipamento contra quebras e danos de qualquer espécie, desde a saída da fábrica até o recebimento na ELETROBRAS. Deve ser efetuado de modo que a massa e as dimensões sejam mantidas dentro de limites razoáveis, a fim de facilitar o manuseio, armazenamento e transporte.

1.4.2. O fornecedor deve apresentar, anexo à proposta, desenho detalhado da embalagem, especificando os materiais empregados, que devem ser reutilizáveis ou recicláveis.

1.4.3. Para os fornecedores estrangeiros, o transporte deverá ser feito através de cofres de carga ("containers").

1.4.4. O equipamento somente será liberado para embarque depois de devidamente inspecionado e conferido, a menos que a ELETROBRAS dispense essa exigência por escrito, com uma autorização para embarque.

1.4.5. Cada volume deve trazer, indelevelmente marcadas, as seguintes indicações:

a) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
b) Identificação completa do conteúdo;
c) Número do pedido de compra;
d) Massa bruta do volume, em kg;
e) Outras informações que o pedido de compra exigir.

Nota: Podem ser usadas marcações adicionais, necessárias para facilidade de transporte do equipamento importado. Neste caso, devem ser indicadas nas Instruções para Embarque.

1.5. Garantia

1.5.1. O fornecedor deve dar uma garantia de 24 meses, a partir da data de entrega no local indicado no Pedido de Compra ou de 12 meses após a entrada do equipamento em operação, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de material ou fabricação das chaves fusíveis ofertadas. A garantia contra defeitos de projeto deve ser por tempo indeterminado. O tempo decorrido entre as datas de fabricação e de entrega deve ser inferior a 3 meses

1.5.2. O Fornecedor será obrigado a reparar os defeitos citados em 4.7.1 ou, se necessário, a substituir o equipamento defeituoso, às suas expensas, responsabilizando-se por todos os custos decorrentes, sejam de material, mão-de-obra ou transporte.

1.5.3. Mediante a devida comunicação da ocorrência de defeito ao Fornecedor, a ELETROBRAS reserva-se o direito de optar pela permanência do equipamento insatisfatório em operação, até que possa ser retirado de serviço, sem prejuízo para o sistema, e ser entregue ao Fornecedor para os reparos definitivos.

2. **CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

2.1. Características nominais

2.1.1. As características elétricas dos para-raios são apresentadas na Tabela l.

2.1.2. A frequência nominal é 60 Hz.

2.2. Dimensões

A Figura 1 apresenta um desenho orientativo do para-raios, com suas dimensões. Para-raios com formas e dimensões diferentes poderão ser aceitos após avaliação da ELETROBRAS.

2.3. Nível de proteção nominal dos para-raios

O nível de proteção nominal dos para-raios, conforme definido no item 3.11, deve estar abaixo do valor normalizado apresentado na Tabela 1, item 5 e do valor que deve ser garantido na última avaliação de projeto, a ser verificado por ocasião da inspeção de recebimento. Ensaio de acordo com a seção 6.2.2.b.

2.4. Ensaio de ciclo de operação

Os para-raios devem ser capazes de suportar correntes de descarga especificadas durante a aplicação da tensão nominal (Ur), sem alterações inaceitáveis em suas características. Ensaio de acordo com as seções 6.2.2.c e 6.2.2.d.

2.5. Desligador automático

Os para-raios devem ser providos de desligador automático que deve isolar o para-raios defeituoso de serviço prevenindo contra um desligamento do sistema. Após haver a desconexão, o cabo terra deve continuar preso ao corpo do para-raios. Ensaios de acordo com a seção 6.2.2. e.

2.6. Resistência ao trilhamento elétrico

As partes isolantes necessárias para manter as partes condutoras em sua posição devem ser compostas de materiais resistentes ao trilhamento elétrico. Ensaio de acordo com a seção 6.2.2.h.

2.7. Suportabilidade dielétrica

A suportabilidade dielétrica do invólucro para-raios deve ser adequada com relação a falhas de isolamento e segurança operacional. Ensaio de acordo com a seção 6.2.2.i. O para-raios deve atender ao especificado na Tabela 1, item 7.

2.8. Suportabilidade a impulso de corrente de alta intensidade e de curta duração (alta corrente)

O para-raios deve atender ao especificado na Tabela 1, item 6. Ensaio de acordo com a seção 6.2.2.k.

2.9. Curva característica tensão suportável de 60 Hz x tempo (sobre tensões temporárias)

Os proponentes devem apresentar juntamente com a proposta a curva característica da tensão de frequência industrial x tempo (sobre tensões temporárias). A curva deve indicar a duração máxima permissível da tensão de 60 Hz e os correspondentes valores de tensão que podem ser aplicados ao para-raios após ter sido pré-aquecido a 60 ºC e submetido ao impulso de alta corrente conforme procedimento descrito na seção 6.2.2.1 e no Anexo B, sem sofrer danos ou entrar em avalanche térmica

2.10. Conexões elétricas

2.10.1. Os terminais devem ser projetados para a conexão de cabos tendo valores de seção quadrada mínima e máxima de acordo com a seção seguinte.

2.10.2. Os para-raios para aplicação em rede aérea convencional devem ser equipados com terminais de aperto chapa-barra adequados para cabos de alumínio CA na faixa de 4 AWG a 336,4 MCM, e os para-raios para aplicação em redes isoladas (cabos multiplexados de alumínio compactado na faixa de 35 a 120 mm^2) devem ser providos com terminação em L isolada com seção de 25 mm^2 para uso com conectores de perfuração.

2.10.3. Os conectores dos para-raios para aplicação em rede aérea convencional devem ter efeito elástico de aperto de forma a garantir conexão por longa duração e devem ser submetidos a ensaio de tração de acordo com a seção 6.2.2.m.

2.11. Materiais e acabamento

2.11.1. As partes metálicas sujeitas à condução de corrente durante descargas atmosféricas ou sobre tensões temporárias à frequência industrial devem ser resistentes à corrosão e ser em liga de cobre, liga de alumínio ou aço inoxidável.

2.11.2. Os componentes externos ao para-raios em liga de cobre devem ser estanhados com espessura mínima da camada igual a 8 micra para qualquer amostra e a 12 micra para a média das amostras.

2.12. Invólucro

O invólucro do para-raios deve ser de material polimérico ou epóxi, adequado para instalação ao tempo e resistente à radiação UV, corrosão, erosão e ao trilhamento elétrico.

2.13. Componentes internos

A constituição interna dos para-raios deve ser indicada em cortes adequados, conforme mencionado na seção 8. 1, alínea c desta Especificação.

Informações sobre a natureza física dos componentes devem ser apresentadas no Anexo A - “DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS".

2.14. Vedação

O proponente deve fornecer à ELETROBRAS informações suficientes para avaliar a qualidade da vedação, informar os ensaios realizados e justificativos à metodologia do ensaio de estanqueidade.

3. INSPEÇÕES

3.1. Geral

3.1.1. A inspeção compreende a execução dos ensaios de recebimento que são, geralmente, os ensaios de rotina indicados nesta Especificação e que devem ser executados a fim de verificar as características mínimas de qualidade e uniformidade de produção em conformidade com o projeto.

3.1.2. A ELETROBRAS, porém, se reserva o direito de efetuar os ensaios de tipo para verificar a conformidade do material com o projeto previamente aprovado ou com os certificados de ensaios exigidos com a proposta.

3.1.3. De comum acordo com a ELETROBRAS, o fabricante poderá substituir a execução de qualquer ensaio de tipo ou especial pelo fornecimento de relatório do ensaio efetuado em para-raios idênticos aos ofertados e que tenha sido acompanhado por inspetor da ELETROBRAS.

3.2. Ensaios de tipo

3.2.1. Geral

3.2.1.1. Devem ser realizados em amostras selecionadas aleatoriamente e retiradas do lote a ser fornecido e tem por objetivo verificar as características de projeto e de fabricação do para-raios e, consequentemente, a conformidade do mesmo com esta Especificação.

3.2.1.2. Os ensaios de tipo devem ser realizados de acordo com a norma IEC 61643-1 (para-raios ensaiados para a classe II). Esses ensaios devem ser realizados em três amostras novas por ensaio. Se todas as amostras forem aprovadas no ensaio, então o projeto do para-raios é aceitável. Na ocorrência de falha em uma amostra em um ensaio, então o ensaio deve ser repetido em três novas amostras, não sendo aceitável então falha de nenhuma amostra.

3.2.1.3. As amostras a serem selecionadas para o ensaio de ciclo de operação devem ter o valor da tensão de referência no limite inferior da faixa de variação declarada pelo fabricante. Alternativamente, esses ensaios podem ser realizados em amostras que não atendam a essa exigência, com a tensão de ensaio UB que é o valor corrigido da tensão nominal U, A correção da tensão é necessária quando as tensões de referência das amostras sob ensaio (U„,) forem maiores que o valor mínimo (Urefmin) declarado pelo fabricante. A correção é feita multiplicando-se¿ valor de U, pela relação de Uref/Urefmin. A tensão deve ser corrigida também em função do procedimento de envelhecimento acelerado dos blocos resistores (ensaio da seção 6.2.2.c)

3.2.3. Relação dos ensaios de tipo

Os ensaios de tipo a serem realizados são os seguintes:

a) Ensaio da marcação/identificação;
b) Ensaio para determinação do nível de proteção (determination of the measured limiting voltage, conforme IEC 61643-1;
c) Ensaio de envelhecimento acelerado dos blocos resistores.
   O ensaio deve ser realizado de acordo com a IEC 60099-4.
d) Ensaio de ciclo de operação;
   A tensão de ensaio deve ser corrigida conforme seção 6.2.1.3.
e) Ensaios do desligador automático e do comportamento seguro do para-raios sob solicitações excessivas:
   - Suportabilidade ao ensaio de ciclo de operação.
     O desligador deve ser ensaiado em conjunto com o para-raios, conforme alínea (d) anterior.
     O desligador não deve operar durante o ensaio;
   - Ensaio de suportabilidade à temperatura
     O para-raios deve ser mantido em uma estufa à temperatura de 80 + 5 ºC durante 24 horas. O desligador automático não deve operar durante esse tempo;
   - Ensaio de estabilidade térmica
     Ao menos, cinco amostras devem ser ensaiadas para cada nível de corrente. Em adição, após a verificação, para cada valor de corrente, da estabilidade térmica (variação da temperatura menor que 2 K no intervalo de 10 min.), a corrente deve ser mantida até a atuação do desligador automático. Deve ser traçada uma curva característica ajustada
   - Ensaio de suportabilidade a curto-circuito;
   - Ensaio de falha por sobre tensão temporária.
f) Resistência ao calor;
g) Resistência a aquecimento excessivo e fogo;
h) Ensaio de resistência ao trilhamento elétrico;
i) Ensaio de suportabilidade dielétrica;
j) Ensaio de estanqueidade e resistência de isolamento
   O ensaio deve ser realizado de acordo com a IEC 68 Parte 2–30. A temperatura superior do ciclo deve ser de 55ºC e o número de ciclos igual a 6 (seis). A metodologia do ensaio (variante 1 ou variante 2) deve ser escolhida de acordo com os recursos do laboratório. O para-raios é considerado aprovado no ensaio se a tensão de referência medida à corrente contínua de 5 mA antes e depois não variar mais que 10 % e se a resistência de isolamento entre os terminais interconectados do para-raios e o invólucro, medida após o ensaio, não for menor do que 5 MW (o invólucro deve ser envolvido em uma folha de alumínio para essa medição da resistência de isolamento).
k) Ensaio de corrente de descarga elevada
   O ensaio deve ser realizado conforme metodologia descrita no Anexo B.
l) Ensaio para verificação da curva tensão de 60 Hz x tempo (sobre tensão temporária)
   O ensaio deve ser realizado conforme metodologia descrita no Anexo B.
m) Ensaio dos terminais e conexões dos para-raios para aplicação em rede aérea convencional (ensaio de tração)
   O ensaio deve ser realizado conforme metodologia descrita no Anexo B.

3.3. Ensaios de rotina

3.3.1. Geral

Devem ser realizados obrigatoriamente em para-raios completos e objetivam verificar a conformidade dos resultados obtidos com os dados técnicos e características garantidas pelo fabricante, conforme o Anexo A.

3.3.2. Inspeção Visual

Antes da execução dos demais ensaios, o inspetor deve efetuar uma inspeção visual, verificando o seguinte:

a) Existência das conexões e terminais conforme 5.10 e Figura l. Algumas amostras devem ser instaladas nos condutores de seção máxima e mínima previstos a fim de verificar se os conectores terminais resistem sem danos a uma condição eventual de aperto manual acentuado. A conexão no terminal de aterramento deve ser também verificada.
b) Características e acabamento dos componentes;
c) Identificação e acondicionamento, conforme 4.5 e 4.6, respectivamente.

A não conformidade de um para-raios com qualquer um desses requisitos determinará a sua rejeição.

3.3.3. Verificação dimensional

O para-raios deve ter dimensões conforme Figura 1 desta Especificação, ou de acordo com desenho aprovado pela ELETROBRAS, caso seja aceito para-raios diferente do indicado na figura.

3.3.4. Medição da tensão de referência

3.3.4.1. A tensão de referência deve ser determinada no para-raios completo para verificar que as amostras selecionadas estão dentro dos limites de projeto do fabricante e têm as características elétricas adequadas para a Uc declarada.

3.3.4.2. A medição deve ser efetuada e registrada na temperatura ambiente de 5 a 40º C. O valor da corrente de referência utilizada (ver item 3.6) deve ser definido pelo fabricante.

3.3.4.3. As três amostras que apresentarem os menores valores de tensão de referência devem ser selecionadas para serem submetidas ao ensaio de ciclo de operação (ver seção 6.2.1.3).

3.3.5. Tensão residual sob impulso atmosférico para corrente nominal de descarga

Deve ser aplicado um impulso de corrente com valor de crista igual ao da corrente de descarga nominal do para-raios. A onda de corrente deve ter a forma 8/20, sendo que o tempo virtual de frente deve estar entre 7 ps a 9 ps. Por não ser critico para este ensaio, não são definidas as tolerâncias para o tempo de cauda.

O para-raios é considerado aprovado no ensaio se os resultados obtidos estiverem de acordo com a Tabela 1, item 5, e dentro da faixa de +10 % em relação ao valor médio obtido no ensaio de tipo.

3.4. Relatório dos ensaios de rotina

3.4.1. O relatório a ser entregue pelo fabricante deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

a) Identificação completa do para-raios, conforme 4.5;
b) Número de unidades do lote;
c) Número de unidades ensaiadas;
d) Descrição sucinta dos ensaios efetuados;
e) Indicação de normas técnicas, instrumentos e circuitos utilizados;
f) Memória dos cálculos efetuados, com resultados e eventuais observações;

g) Número do Pedido de Compra;
h) Identificação do laboratório de ensaio;
i) Datas de inicio e término dos ensaios;
j) Nomes legíveis e assinaturas do responsável pelo ensaio e do inspetor da ELETROBRAS;
k) Local e data de emissão do relatório.

3.4.2. Os para-raios não serão liberados pelo inspetor da ELETROBRAS enquanto não lhe forem entregues três (3) vias do relatório de ensaios.

4. PLANOS DE AMOSTRAGEM

4.1. Inspeção de Lotes Isolados

Os para-raios devem ser apresentados para inspeção por atributos, através dos ensaios de rotina, em partidas consideradas inicialmente como lotes isolados.

4.2. Inspeção lote a lote

No controle do recebimento de várias entregas consecutivas de um mesmo fabricante, deve ser procedida a inspeção lote a lote (série continua de lotes).

4.3. Planos de amostragem para ensaios de rotina

4.3.1. O tamanho da amostra ou série de tamanhos de amostra e critério de aceitação do lote para execução dos ensaios de rotina deve estar de acordo com a Tabela 2, para o regime de inspeção normal. A comutação do regime de inspeção deve seguir as recomendações do NBR-5426 ou da ISO 2859.

4.3.2. A especificação dos planos de amostragem é apresentada na Tabela 2.

5. APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS TÉCNICAS

5.1. O fornecedor deve enviar junto com a proposta, sob pena de desclassificação, os seguintes documentos:

a) Lista de exceções ou desvios desta Especificação;

b) Relação detalhada das normas adotadas;

c) Desenhos para aprovação e completa apreciação do projeto, incluindo, no mínimo, os seguintes:

– Vistas e cortes do para-raios, com detalhes do corpo isolante, dos componentes internos e terminais;

– Desenho da identificação do para-raios;

Os desenhos devem apresentar as dimensões e respectivas tolerâncias garantidas.

d) Anexo A - "Dados Técnicos e Características Garantidas", completamente preenchidas, observando-se o seguinte:

– A coluna "CARACTERÍSTICAS/UNIDADES" deve conter as características reais equipamento proposto, mesmo que difiram das características especificadas;

– Nas linhas reservadas a Desenhos, mencionar o número ou referência do(s) desenho(s) do Fornecedor;

– Nas linhas reservadas aos Ensaios de Tipo, além dos valores, mencionar, também, o número ou referência do Certificado de Ensaio correspondente;

– O não preenchimento de algumas linhas será interpretado pela ELETROBRAS como concordância do Proponente com as características especificadas. Casos determinadas características especificadas não se apliquem ao equipamento proposto, o Proponente deve anotar no local correspondente "NA" (Não Aplicável);

– Caso alguns valores de características propostas sejam baseados em normas diferentes das especificadas, o Proponente deve citar, junto a eles, a norma de referência;

– A aceitação de características diferentes das especificadas ficará a critério exclusivo da ELETROBRAS. Será dada preferência aos equipamentos com características iguais ou superiores às especificadas;

Os valores indicados pelo proponente nos "DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS" serão considerados como Garantia Técnica da proposta e prevalecerão sobre aqueles constantes de qualquer desenho, manual,
Catálogo ou publicação eventualmente anexado;

e) Relatórios dos ensaios de tipo:

Esses ensaios devem ter seus resultados devidamente comprovados através de cópias autenticadas dos Certificados de Ensaio emitidos por Órgão Oficial ou instituição internacionalmente qualificada/reconhecida. Tais cópias devem ser anexadas à Proposta, reservando' ELETROBRAS. o direito de desconsiderar Propostas que não cumprirem este requisito. Os ensaios devem ter sido realizados nos últimos cinco anos e têm a finalidade exclusiva de auxiliar a avaliação técnica das propostas, sem que a sua apresentação implique na dispensa da realização ou repetição dos ensaios;

f) Descrição do processo de vedação utilizado e relatório comprovando o seu desempenho em regiões de clima tropical úmido, conforme seção 5.14 desta Especificação;

g) Curva da característica "tempo x corrente de defeito" do desligador automático;

h) Curva de sobre tensões temporárias x tempo do para-raios;

i) Informações referentes ao descarte adequado dos para-raios, conforme seção 4.2.4;

j) Desenho detalhado da embalagem conforme seção 4.6.2.

5.2. Todo e qualquer documento anexado à Proposta deve ser, em cada página, devidamente autenticado pela assinatura de um funcionário categorizado. Valores apenas indicativos devem ser identificados como tal, caso contrário, serão considerados como valores garantidos. A ELETROBRAS reserva-se o direito de desconsiderar as Propostas incompletas, sem as informações acima especificadas, ou que não possibilitem a perfeita identificação dos materiais propostos.

TABELA 1 Características Elétricas dos Para-Raios

ITEM	CARACTERÍSTICAS	VALORES
1	Corrente de descarga nominal, com forma de onda 8/20 (kA) : In	10
2	Máxima corrente de descarga, com forma de onda 8/20 (kA): Imax	20
3	Tensão nominal	280
4	Tensão de operação contínua (V eficaz mínimo)	280
5	Tensão residual máxima para impulso atmosférico com forma de onda 8/20 ps e crista igual à corrente de descarga nominal (kV)	1,8
6	Corrente suportável de alta intensidade e curta duração, onda 4/10 ps, valor de crista (kA)	40
7	Tensão suportável do invólucro à frequência industrial a seco e sob chuva, 1 minuto (kV eficaz)	2,2

Tabela 2 – Planos de Amostragem Para Ensaios de Rotina

TABELA 2 - Planos de amostragem para os ensaios de rotina

TAMANHO DO LOTE	• Inspeção visual				• Verificação dimensional				• Tensão residual • Tensão de referência			
	Dupla, Nível I, NQA 2,5 %				Dupla, Nível I, NQA 4,0 %				Dupla, Nível S4, NQA 2,5 %			
	AMOSTRA		Ac	Re	AMOSTRA		Ac	Re	AMOSTRA		Ac	Re
	SEQ.	TAM.			SEQ.	TAM.			SEQ	TAM.		
Até 90	-	5	0	1	-	3	0	1	-	5	0	1
91 a 150	-	5	0	1	1ª	8	0	2	-	5	0	1
					2ª	8	1	2				
151 a 280	1ª	13	0	2	1ª	8	0	2	1ª	13	0	2
	2ª	13	1	2	2ª	8	1	2	2ª	13	1	2
281 a 500	1ª	13	0	2	1ª	13	0	3	1ª	13	0	2
	2ª	13	1	2	2ª	13	3	4	2ª	13	1	2
501 a 1200	1ª	20	0	3	1ª	20	1	4	1ª	13	0	2
	2ª	20	3	4	2ª	20	4	5	2ª	13	1	2
1201 a 3200	1ª	32	1	4	1ª	32	2	5	1ª	20	0	3
	2ª	32	4	5	2ª	32	6	7	2ª	20	3	4
3201 a 10000	1ª	50	2	5	1ª	50	3	7	1ª	20	0	3
	2ª	50	6	7	2ª	50	8	9	2ª	20	3	4
10001 a 35000	1ª	80	3	7	1ª	80	5	9	1ª	32	1	4
	2ª	80	8	9	2ª	80	12	13	2ª	32	4	5

Notas:

1 - Ac - Numero de para-raios defeituosos que ainda permite aceitar o lote;

2 - Re - Número de para-raios defeituosos que implica na rejeição do lote;

3 - Se a amostra requerida for igual ou maior que o número de unidades de produto constituintes do lote, efetuar inspeção em cem por cento das unidades.

4 - Para amostragem dupla o procedimento é o seguinte: é ensaiado um número inicial de unidades igual ao da primeira amostra obtida na Tabela. Se o número de unidades defeituosas encontrado estiver compreendido entre Ac e Re (excluídos estes valores), deve ser ensaiada a segunda amostra. O total de unidades defeituosas após ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado.

ANEXO A
Dados Técnicos e Características Garantidas

ANEXO A

DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

- Nome do fornecedor :____
- Nº da proposta :____
- Nº do Edital de Licitação :____
- Data :___/ ___/ ___

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICA OU UNIDADE
1	Modelo ou código de catálogo (fabricante)	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _
2	Tipo de resistor não linear	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _
3	Corrente de descarga nominal (In)	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ kA
4	Tensão nominal (Un)	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ V
5	Tensão de operação contínua (Uc)	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ V
6	Tensão de referência (faixa) / Corrente de referência	_ _ a _ _ V/ _ _ _ mA
7	Dimensões principais do pára-raios (conforme Figura 1):	
7.1	Invólucro:	
	a) comprimento	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ mm
	b) diâmetro	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ mm
7.2	Bloco resistor não-linear	
	a) diâmetro	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ mm
	b) altura	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ mm
8	Massa:	
	a) pára-raios completo	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ kg
	b) bloco resistor não-linear (unidade)	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ kg
9	Corpo isolante:	
	a) material	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _
	b) acabamento	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _

TÍTULO: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICA OU UNIDADE
10	Terminais (material e acabamento): a) terminal de linha b) terminal de aterramento c) bitolas do cond. aplicáveis – terminal de linha (faixa)	 Des. Nº _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ Des. Nº _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ a _ _ _ _ _ _ _
11	Desligador automático: a) aspectos construtivos b) fornecer característica tempo x corrente de defeito	(Anexos) Des. Nº _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ Des. Nº _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
	ENSAIOS DE TIPO (VALORES GARANTIDOS)	
12	Tensão suportável do invólucro a 60 Hz a seco e sob chuva (1 min.)	_ _ _ _ _ _ _ _ kV eficaz
13	Tensão residual (onda 8/20 μs) - 5,0 kA - 10,0 kA - 20,0 kA	_ _ _ _ _ _ _ _ _ kV crista _ _ _ _ _ _ _ _ _ kV crista _ _ _ _ _ _ _ _ _ kV crista
14	Corrente suportável de descarga de alta intensidade/curta duração	_ _ _ _ _ _ _ _ _ kA crista

------------------ /ANEXO B

ANEXO B

1 - Procedimento para verificação da curva característica tensão de 60 Hz x tempo (sobre tensão temporária)

O ensaio deve ser realizado em nove amostras novas selecionadas conforme seção 6.2.1.1. Devem ser verificados três pontos da curva fornecida pelo fabricante. Cada grupo de 3 amostras deve ser utilizado para verificação de um dos três pontos.

O ensaio deve ser iniciado com o pré-aquecimento das amostras a 60 ºC + 3ºC. Em seguida, deve ser aplicado um impulso de alta corrente com valor de pico de 40 kA e forma de onda 4/10 ps que representa a energia anterior à aplicação da tensão de 60 Hz.

Tão logo quanto possível mas em não mais que 100 ms após a aplicação do impulso de alta corrente, deve ser aplicada a tensão de 60 Hz igual ao valor de tensão para o ponto da curva que estiver sendo verificado, durante o tempo correspondente na curva e, imediatamente em seguida, deve ser aplicada, durante 30 minutos, a tensão de operação continua Uc para comprovar a estabilidade térmica (o parâmetro monitorado deve decrescer pelo menos nos últimos 15 minutos de aplicação da tensão).

A temperatura ou a componente resistiva da corrente ou a potência de dissipação dos blocos resistores não lineares deve ser monitorada durante a aplicação da tensão de 60 Hz para comprovar a estabilidade térmica.

As amostras serão aprovadas no ensaio se houver estabilidade térmica e se o exame das amostras após o ensaio não revelar evidência de perfuração, descarga destrutiva externa *(flashover)* ou quebra dos blocos resistores não lineares.

2 - Ensaio dos terminais e conectores dos para-raios para aplicação em rede aérea convencional (ensaio de tração)

O para-raios deve ser montado de acordo com as recomendações do fabricante.

Três amostras devem ter seus terminais equipados com os condutores do tipo e da seção quadrada mínima da faixa para a qual são aplicáveis. Outras três amostras devem ser equipadas com os condutores do tipo e seção quadrada máxima da faixa aplicável. Os condutores devem estar fixados pelas extremidades.

Cada para-raios deve ser submetido então a uma tração aplicada no invólucro sem oscilações fortes durante 1 minuto na direção do eixo do condutor. Os valores da tração para os condutores de seção mínima (4 AWG) e máxima (336,4 MCM) devem ser de 145 N e 370 N respectivamente.

Durante o ensaio, o terminal não deve deslizar no condutor.

3 - Ensaio de corrente de descarga elevada

O ensaio deve ser realizado em três amostras novas de para-raios completos, as quais não devem ter sido submetidas previamente a nenhum ensaio exceto aqueles especificados para fins de avaliação.

Antes do ensaio, deve ser medida a tensão residual para a corrente de descarga nominal para fins de comparação.

O ensaio consiste da aplicação em cada amostra de dois impulsos de

É permitido que as amostras resfriem até aproximadamente a temperatura ambiente entre os impulsos. A corrente e a tensão devem ser registrados em cada impulso. As tolerâncias nos ajustes do equipamento devem ser tais que os valores medidos dos impulsos de corrente estejam dentro dos seguintes limites:

de 90% a 110% do valor de pico especificado;

de 3,5 a 4,5 para o tempo virtual de frente;

de 9 a 11 para o tempo virtual até o meio valor na cauda.

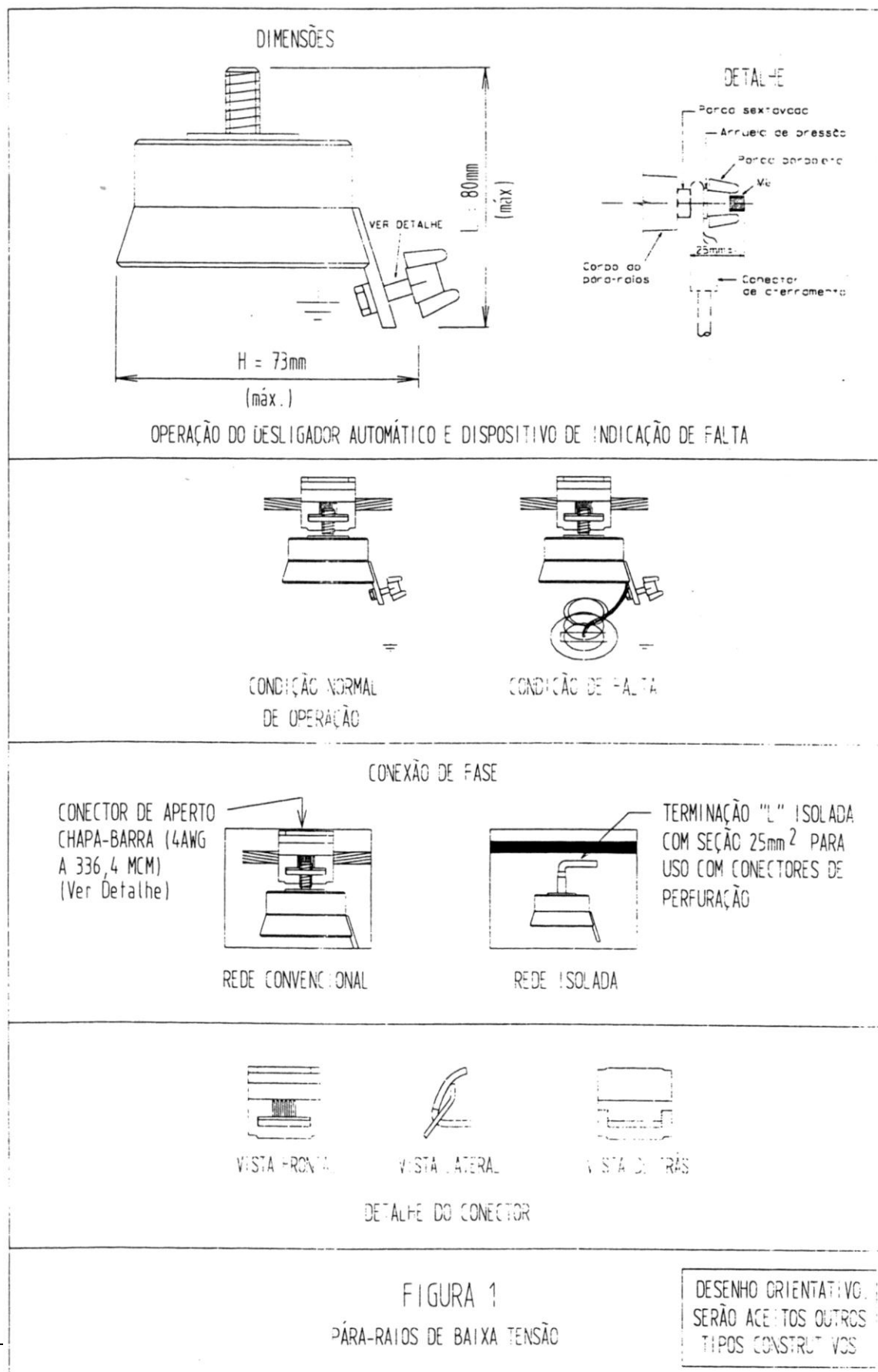
Em seguida ao segundo impulso de alta corrente e após a amostra ter resfriado até próximo da temperatura ambiente, a tensão residual para corrente nominal de descarga deve ser novamente medida para comparação.
A variação no valor de tensão residual para corrente nominal de descarga medida antes e depois do ensaio não deve ser maior do que 10%. A inspeção das amostras e dos oscilo gramas após o ensaio não devem revelar evidência de perfuração, descarga disruptiva ou quaisquer danos aos varistores.

CONEXÃO DE FASE

DETALHE DO CONECTOR

FIGURA 1

PÁRA-RAIOS DE BAIXA TENSÃO

DESENHO ORIENTATIVO. SERÃO ACEITOS OUTROS TIPOS CONSTRUTIVOS

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

BANCO DE CAPACITORES

ET – 005

Revisão	Alterações	Data	Responsável
01	Emissão Inicial	30/05/2012	Adjar Barbosa

Elaborado	Aprovado	Projeto

ÍNDICE

CAPÍTULO PÁGINA

1. Introdução

Esta Especificação estabelece os critérios e as exigências técnicas mínimas aplicáveis à fabricação e ao recebimento de Bancos de Capacitores em derivação, fixos, trifásicos, classe 15 kV ou 36 kV, 60 Hz, para instalação externa, além de seus equipamentos auxiliares para instalação em sistemas de distribuição das seguintes empresas de distribuição associadas às Centrais Elétricas Brasileiras S/A – ELETROBRÁS:

- CEAL – Companhia Energética de Alagoas - (Eletrobrás Distribuição Alagoas)
- AMAZONAS Energia - (Eletrobrás Amazonas Energia)
- ELETROACRE - (Eletrobrás Distribuição Acre)
- CEPISA – Companhia Energética do Piauí S/A - (Eletrobrás Distribuição Piauí)
- BOA Vista Energia S/A - (Eletrobrás Distribuição Roraima)
- CERON - Centrais Elétricas de Rondônia – S/A - (Eletrobrás Distribuição Rondônia)

Nessa Especificação o termo Contratante se refere à ELETROBRÁS DISTRIBUIÇÃO e as empresas a ela associadas (acima citadas), ou por ela representadas, ou por ela indicadas.

O escopo do fornecimento dos Bancos de Capacitores cobertos por essa Especificação inclui, além dos materiais, componentes e acessórios aqui descritos, a montagem dos bancos nas redes de distribuição da Contratante, em localidades a serem definidas por ela.

Os detalhes dessa montagem estão indicados no Anexo B dessa Especificação.

2. Normas e Definições

2.1. Definições

Serão adotadas as definições estabelecidas pelas normas ABNT-NBR-5282 e IEC-70, e as prescrições da EB-139.

2.2. Normas recomendadas

Para fins de projeto, matéria prima, qualidade, ensaios e normas de fabricação, os equipamentos e/ou materiais deverão satisfazer às condições exigidas nesta Especificação e às seguintes normas, nas suas últimas revisões:

- ABNT-NBR-5032 – Isoladores de Porcelana ou Vidro para Linhas Aéreas e Subestações de Alta Tensão;
- ABNT-NBR-5034 – Buchas para Equipamentos Elétricos de Tensão Superior a 1 kV;
- ABNT-NBR-5049 – Isoladores de Porcelana ou de Vidro para linhas aéreas e Subestações de Alta Tensão.
- ABNT-NBR-5051 – Buchas para Equipamentos Elétricos de Tensão Superior a 1 kV.
- ABNT-NBR-5282 – Capacitores de Potência (Especificação)
- ABNT-NBR-5287 – Pára-Raios de Resistor Não-Linear em Sistema de Potência (Especificação);
- ABNT-NBR-5289 – Capacitores de Potência (Método de Ensaio);
- ABNT-NBR-5309 – Pára-Raios de Resistor Não-Linear em Sistema de Potência (Método de Ensaio);
- ABNT-NBR-5359 (EB-123) – Elos Fusíveis de Distribuição (Especificação);
- ABNT-NBR-5385 (MB-232) – Elos Fusíveis de Distribuição (Método de ensaio);
- ABNT-NBR-6334 – Ensaios de Revestimento de Zinco em Produtos de Aço ou de Ferro Fundido;
- ABNT-NBR-7414 – Zincagem por Imersão à quente;
- IEC 60 – High-Voltage Test Techniques;
- IEC 70 – Power Capacitors;
- IEC 99 – Lightning Arresters;
- IEC 99.1 – Non-Linear Resistor Type Arresters for A C. Systems;
- IEC 129 – Alternating Current Disconnectors (Isolators and Earthing Switches);
- IEC 137 – Bushings for Alternating Voltages above 1000 V;
- IEC 265 – High Voltage Switches;
- IEC 265A – Tests for Single Capacitor Bank Switching;
- ANSI C29.1 – Test Methods for Electrical Power Insulators;
- ANSI C 29.8 – Wet-Process Porcelain Insulators (Apparatus Cap and Pin Type);
- ANSI C37.30 – Definitions and Requirements for High Voltage Air Switches, Insulators and Bus Supports;
- ANSI C37.32 – Schedules of Preferred Rated Manufacturing Specifications and Application Guide for High-Voltage Air Switches;
- ANSI 37.34 – Test Code for High-Voltage Air Switches;

- ANSI 34A – Corona Tests;
- ANSI C37.40 – Service Conditions and Definitions for Distribution Cutouts and Fuse-Links, Secondary Fuses, Distribution Enclosed Single-Pole Air Switches and Accessories;
- ANSI C37.41 – Design Test for Distribution Cutouts and Fuse-Links, Secondary Fuses, Distribution Enclosed Single Pole Air-Switches. Power Fuses, Fuses Disconnecting Switches and Accessories;
- ANSI C55.1 – Shunt Power Capacitors;
- ANSI C62.1 – Surge Arresters for Alternating – Current Power Circuits;
- ANSI C76.1 – Requirements and Test Code for Outdoor Apparatus Bushings;
- ANSTM-A-90 – Weight of Coating on Zinc-Coated (Galvanized) Iron on Steel Articles,
- ASTM-A-123 – Specification for Zinc (Hot Galvanized) Coatings on Products Fabricated from Rolled, Pressed and Forged Steel Shapes, Plates Bars and Strips;
- ASTM-A-153 – Specification for Zinc-Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware;
- ASTM-A-239 – Preece Test on Zinc-Coated Articles;
- NEMA CP.1 – Shunt Capacitors;
- NEMA SG.2 – High Voltage Fuses;
- NEMA 108 – Distribution Fuse Links;
- NEMA HV – 1 High Voltage Insulators.

As siglas anteriormente citadas referem-se a:

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- IEC – International Electrotechnical Commission;
- ANSI – American National Standards Institute;
- ASTM –American Society for Testing and Materials;

NEMA – National Electrical Manufacturers Association

As normas mencionadas não excluem outras normas reconhecidas, desde que assegurem qualidade igual ou superior às mencionadas. Caso julgue necessário, a Contratante poderá exigir da Contratada o fornecimento de cópias das normas por ele adotadas.

Em caso de dúvidas ou contradições terá a primazia esta Especificação, em seguida as normas recomendadas e, finalmente, as normas apresentadas pela Contratada.

2.3. Unidades de Medidas e Idiomas

As unidades de medidas do Sistema Métrico deverão ser usadas para as referências na Proposta, inclusive descrições técnicas, especificações, desenhos e quaisquer documentos ou dados adicionais. Quaisquer medidas deverão também ser expressas em unidades do Sistema Métrico Decimal.

Todas as instruções técnicas, bem como os desenhos definitivos, folhetos de instruções, legendas e relatórios de ensaios, emitidos pela Contratada, deverão ser redigidos em Português.
Serão eventualmente aceitos em Espanhol ou Inglês: folhetos, artigos, publicações e catálogos.

3. Condições gerais

3.1. Desenhos

Independentemente dos desenhos fornecidos com a proposta, a Contratada deverá submeter à aprovação da Contratante, antes do início de fabricação dos equipamentos e/ou materiais, 4 (quatro) cópias dos seguintes desenhos:

a) Desenho de contorno das unidades capacitivas e dos bancos de capacitores, mostrando as dimensões, os acessórios, os terminais de alta tensão, os conectores de linha e de aterramento e indica as principais massas do conjunto;
b) Desenhos dos conjuntos fusíveis de proteção dos capacitores e as curvas de características máximas dos elos fusíveis;
c) Desenhos de montagem de cada um dos cinco tipos de bancos de capacitores fixos cobertos por essa especificação (150, 300 e 600 kVAr para a tensão nominal de 13800 V e 150 e 300 kVAr para a tensão nominal de 34500 V);
d) Desenho dos isoladores suportes dos barramentos (somente onde aplicável) incluindo dimensões, características elétricas e dispositivos de fixação;
e) Desenho funcional e de fixação dos capacitores e dos equipamentos auxiliares, incluindo a proteção e a sinalização;
f) Desenhos das placas de identificação das unidades capacitivas, dos bancos de capacitores e dos equipamentos auxiliares;
g) Desenhos das estruturas metálicas, dos bancos de capacitores, das unidades capacitivas e de todos os equipamentos auxiliares, incluindo os desenhos das bases, dos suportes das bases e os gabaritos de furação, para fixação das estruturas e as fundações;
h) Lista de materiais abrangendo os capacitores, as estruturas suportes e os equipamentos auxiliares;
i) Relação completa dos desenhos a serem enviados para aprovação;
j) Relatórios dos ensaios de tipo dos capacitores e dos equipamentos auxiliares;
k) Desenho preliminar do arranjo do banco de capacitores;
l) Desenhos preliminares exigidos nas especificações técnicas aplicáveis a cada equipamento incluído no fornecimento;
m) Qualquer desenho adicional considerado de interesse pela Contratada e/ou pela Contratante.

Em cada desenho deverá ser indicado o nome da CONTRATANTE, especificando o nome da empresa a qual se destina o equipamento, o numero do Pedido de Compra e o item correspondente.

Feita a verificação, será devolvida à Contratada uma cópia aprovada para fabricação ou aprovada conforme anotações para modificações. Sempre que houver modificações anotadas nas cópias enviadas à Contratada, esta deverá atendê-las e novamente submeter 2 (duas) cópias para aprovação.

De cada cópia aprovada para fabricação, a Contratada deverá fornecer 2 (duas) vias.

Sempre que forem introduzidas modificações no projeto ou na fabricação do banco de capacitores ou item a ele associado, a Contratante deverá ser avisada. Caso as modificações venham a afetar o desenho, a Contratada deverá fornecer 2 (duas) copias para verificação, repetindo-se as operações até o fornecimento de 2 (duas) cópias aprovadas.

A aprovação de qualquer desenho pela Contratante não exime a Contratada da plena responsabilidade quanto ao projeto e funcionamento correto dos bancos, nem da obrigação de fornecer o produto de acordo com as exigências do Pedido de Compra.

3.2. Manual de Instruções

Quando da liberação do equipamento na fábrica, a Contratada deve submeter ao inspetor da Contratante, para aprovação, dois exemplares de cada Manual de Instruções dos banco de capacitores, que devem conter:
Todos os desenhos aprovados, incluindo ilustrações completas para todas as fases de instalação, operação, desembalagem, transporte, manuseio, montagem, manutenção e ajustes, que deverão ser fornecidos para os equipamentos de cada item da encomenda.
A Contratante poderá solicitar instruções ou informações adicionais, caso considere as apresentadas insuficientes ou insatisfatórias, obrigando-se a Contratada a fornecê-las a contento.

3.3. Peças sobressalentes

Em sua proposta o proponente deverá incluir uma lista de preços unitários discriminativa das peças sobressalentes, consideradas necessárias ou convenientes para um período de operação de no mínimo 2 (dois) anos. Essas peças de reserva estão listadas no Anexo A5 dessa Especificação.
As peças sobressalentes deverão ser idênticas, em todos os aspectos, às correspondentes do equipamento original. Serão submetidas à inspeção e ensaios e deverão ser incluídas na mesma remessa que o equipamento original, acondicionadas em volumes separados e marcados claramente "PEÇAS SOBRESSALENTES".
Deverá ser fornecida a numeração codificada de todas as peças sobressalentes, para facilidade de aquisição futura.

3.4. Garantia

A proponente deverá indicar claramente em sua proposta o prazo de garantia e no que consiste a mesma. O tempo mínimo de garantia aceito pela Contratante será de 18 (dezoito) meses a contar data de entrega do equipamento ou 12 (doze) meses após sua entrega em serviço, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito do projeto, material ou fabricação do banco de capacitores fornecido.

3.5. Direito de Operar Equipamento Insatisfatório

Se a operação de qualquer parte ou de todo o equipamento, mostra-se insatisfatória durante o período de garantia, a Contratante reserva-se o direito de operá-lo até que o mesmo possa ser retirado de serviço para correção ou substituição.
Tal ocorrência será notificada imediatamente e por escrito à Contratada que deverá tomar todas as medidas necessárias e arcar com as despesas resultantes, incluindo a substituição de todas as peças ou de unidades completas e todo transporte necessário.

3.6. Acessórios e Ferramentas Especiais

A Contratada deverá indicar em sua proposta todo e qualquer acessório ou ferramenta especial porventura necessário à montagem, ajuste, manutenção e operação do

equipamento ofertado, bem como os instrumentos de testes recomendados, de sua fabricação ou não (onde aplicável).

3.7. Condições Ambientais e de serviço

O equipamento e/ou material abrangido por esta especificação deverá ser apropriado para operar a uma altitude até 1000 metros acima do nível do mar, em clima tropical, a uma temperatura ambiente entre 0ºC e 40ºC, média diária 30ºC, e unidade relativa do ar de até 100%. O equipamento será instalado ao tempo, em atmosfera agressiva, que contribui muito para a formação de fungos e acelera a corrosão, exposto a ação direta dos raios do sol tropical e de fortes chuvas, devendo, portanto, receber tratamento adequado para resistir a essas condições climáticas, bem como a atmosferas com alto grau de salinidade.
Todos os capacitores abrangidos por esta especificação deverão ser adequados para funcionar em qualquer posição física, com as buchas na posição vertical (para cima), ou horizontal (lateralmente).

3.8. Características do Sistema Elétrico da Contratante

As características dos sistemas elétricos onde os bancos de capacitores serão instalados são as seguintes:

- Tensão nominal entre fases: 13,8 kV ou 34,5 kV (onde aplicável);
- Números de fases: 3;
- Freqüência: 60 Hz.

Os bancos de capacitores a serem fornecidos deverão ser fornecidos montados e deverão ser constituídos essencialmente pelos componentes a seguir relacionados, nas quantidades e com as características requeridas nessa especificação. Esses equipamentos fazem parte dessa especificação e deverão ser obrigatoriamente fornecidos.

Para todos os 5 (cinco) tipos de bancos fixos de capacitores cobertos por essa especificação:

- Unidades capacitivas;
- Chaves fusíveis monopolares de distribuição com os respectivos elos fusíveis;
- Para-raios;
- Estruturas de metálicas de suporte das unidades capacitivas para a devida fixação em postes;
- Conectores, isoladores, barramentos, cabos e toda a miscelânea necessária para interligar todos os componentes do banco de capacitores;
- Detalhamento do projeto de integração de todos os componentes dos bancos de capacitores a serem fornecidos.

Faz parte também do escopo desse fornecimento a montagem no campo de todos os bancos de capacitores cobertos por essa especificação.

3.9. Tensões dos serviços auxiliares

Para alimentação dos circuitos auxiliares dos bancos de capacitores cobertos por essa especificação estarão disponíveis as seguintes diferentes fontes de tensões auxiliares, de acordo com cada empresa Contratante:

- 127 Vca (+/-10%) 60 Hz, monofásico; para alimentação de iluminação e tomadas (para as Contratantes CERON, CEAL e ELETROACRE);
- 220 Vca (+/- 10%) 60 Hz trifásicos a quatro fios, neutro solidamente aterrado, ligação em estrela, para alimentação de todos os motores de potência superior ou igual a 1 cv, tomadas de força e alimentação primária do sistema de iluminação normal (para as Contratantes CERON, CEAL e ELETROACRE).
- 380 Vca (+/- 10%) 60 Hz trifásicos a quatro fios, neutro solidamente aterrado, ligação em estrela, para alimentação de todos os motores de potência superior ou igual a 1 CV, tomadas de força e alimentação primária do sistema de iluminação normal (para as Contratantes CEPISA e BOA VISTA ENERGIA).
- 220 Vca (+/-10%) 60 Hz, monofásico; para alimentação de motores de potência fracionária e para alimentação da iluminação e tomadas (para as Contratantes CEPISA e BOA VISTA ENERGIA).

3.10. Placas de identificação

Todas as placas de identificação requeridas nessa especificação para os bancos de capacitores e para todos os seus componentes deverão ser feitas em aço inoxidável, com a espessura mínima de 1,0 mm, e apresentar todas as informações solicitadas marcadas de maneira indelével. A placa deverá estar localizada em local facilmente visível, com o equipamento instalado, devendo suas informações ser escritas em português e em unidade de Sistema Métrico Decimal.

3.11. Pintura, Zincagem e Proteção anti-corrosiva

- Pintura

Todas as superfícies metálicas não galvanizadas ou não constituídas por aço inoxidável deverão, antes da pintura, ser perfeitamente limpas por jatos de areia ou outro método eficaz. Esta limpeza deverá tornar as superfícies de chapas isentas, por completo, de gordura, óleos, graxas, excesso de solda e quaisquer outras impurezas que possam prejudicar a qualidade da pintura e da proteção anti-corrosiva. As rebarbas e rugosidade deverão ser removidas. Sobre a superfície limpa deverá ser feita uma proteção anti-ferruginosa, dando-se preferência à fosfatização das chapas.

As superfícies internas deverão ser pintadas com 2 (duas) demãos de tinta a base de resina sintética, que resista a temperaturas elevadas (cerca de 100ºC).

As superfícies externas deverão receber 2 (duas) demãos de uma pintura base como acabamento, deverão ser aplicadas 2 (duas) demãos de tinta em esmalte à base de epóxi na cor cinza claro (Munsel N6.5), com espessura mínima de 120 micra. As tintas deverão ter grau de dureza suficiente para resistir ao tempo e às condições climáticas definidas nessa Especificação.

Deverá ser evitado o emprego de materiais nos quais a resistência a fungos seja obtida por meio de tratamentos que tenham de ser renovados periodicamente.

Os materiais e processos da pintura padrão da Contratada que difiram dos requisitos acima, poderão ser aceitos, contanto que a mesma demonstre à Contratante a adequação dos materiais e processos ofertados, no que diz respeito à aparência e à durabilidade.

- Zincagem por imersão a quente

As partes ou peças de aço externas (perfis, chapas, parafusos e porcas) que não recebem pintura e para as quais a mesma não seja tecnicamente aconselhável, estando por isso sujeita a corrosão, deverão ser submetidas a zincagem por imersão a quente de acordo com as normas NBR-6323, ASTM-A-123 (para perfis e chapas) e ASTM-A-153 (para parafusos, porcas, arruelas, etc.). As peças deverão ser submetidas ao ensaio de Preece, de acordo com as normas NBR-7400 ou ASTM-A-239, de maneira que as partes lisas sejam submetidas a 6 (seis) imersões e as partes rosqueadas a apenas 4 (quatro).

O peso da camada de zinco deve se situar na faixa de 0,055 a 0,110 g/cm2.

4. Características básicas do conjunto de bancos de capacitores e das unidades capacitivas

4.1. Banco de Capacitores

As características básicas dos 5 (cinco) tipos de bancos de capacitores cobertos por essa especificação, as respectivas quantidades e as empresas usuárias finais de cada banco são as indicadas na Tabela 1 ao final dessa Especificação.

NOTA: todos os bancos de capacitores cobertos por essa Especificação deverão ser capazes de funcionar sob sobretensão entre os seus terminais de até 1,10 vezes o valor eficaz da tensão nominal, incluindo-se os harmônicos, mas excluindo-se os transitórios.

4.1.1. Características operacionais dos bancos de capacitores

Todos os bancos de capacitores aqui especificados deverão funcionar satisfatoriamente nas seguintes condições:

- Com 135% da potência reativa nominal;
- Conduzindo por longo período de tempo uma corrente até 1,80 vezes a corrente nominal, incluídos os componentes fundamentais e harmônicos da corrente, mantidos os limites de 135% da potência reativa e a tensão eficaz de 1,10 vezes a tensão nominal.

4.1.2. Intercambiabilidade

As partes, as peças e os acessórios componentes dos bancos de capacitores deverão ser sempre idênticos para todo o fornecimento, permitindo assim a fácil troca entre eles.

4.1.3. Qualidade das Soldas

Todas as soldas a serem feitas em todos os elementos dos bancos de capacitores deverão ser tais que assegurem a completa fusão com o material de base. As soldas que apresentarem defeito, tais como trincas, descontinuidades, corrosão, etc., serão rejeitadas.

4.1.4. Marcação e codificação

Todas as partes, peças (de reserva ou não), acessórios e ferramentas especiais deverão ser marcadas obedecendo a uma codificação idealizada de maneira racional, a fim de evitar qualquer dúvida ou dificuldade quando de sua identificação e de sua utilização.

Esta codificação deverá obrigatoriamente fazer parte do Manual de Instruções do banco de capacitores.

4.1.5. Partes Condutoras

Todas as partes condutoras do banco de capacitores devem ser projetadas para suportar continuamente 1,35 vezes a corrente nominal correspondente, nas condições estabelecidas na EB-139.

4.1.6. Placa de identificação do banco de capacitores

As placas de identificação dos bancos de capacitores devem ter as características anteriormente definidas nessa especificação e conter, pelo menos, as seguintes informações:

a) Os dizeres "Banco de Capacitores";
b) Fabricante e modelo;
c) Número de série e Fabricação;
d) Potência nominal em kVAr;
e) Tensão nominal, em kV;
f) Freqüência nominal, em Hz;
g) Categoria de temperatura;
h) Nível de isolamento;
i) A palavra "trifásico";
j) Tipo de ligação (y, ou y aterrado,como for aplicável);
k) Número de unidade capacitiva em paralelo, por fase em cada estrela;
l) Massa máxima suportável pela estrutura, em kg;
m) Massa total do conjunto, em kg;
n) Número do Manual de Instruções;
o) Tipo dos fusíveis externos tipo expulsão utilizados;
p) Ano de fabricação.

4.2. Unidades Capacitivas

As características básicas das unidades capacitivas para cada um dos 5 (cinco) tipos de bancos de capacitores cobertos por essa Especificação são indicadas na Tabela 1 ao final do seu texto.

4.2.1. Partes Constitutivas das Unidades Capacitivas

4.2.1.1. Parte Ativa

As armaduras do elemento capacitor deverão ser de alumínio e o dielétrico constituído por filme de polipropileno. O líquido impregnante não deverá ser inflamável, nem explosivo, deverá possuir excelentes qualidades dielétricas, alto coeficiente de transmissão de calor e ser biodegradável. As unidades capacitivas deverão sofrer tratamento térmico adequado em fornos ou autoclaves, e somente aquelas de mesmo tipo e com as mesmas características (potência) e do mesmo lote de fornecimento deverão ser colocadas de cada vez nos ditos dispositivos, com vista a uniformidade de impregnação e de características.

4.2.1.2. Caixas das unidades capacitivas

As caixas das unidades capacitivas deverão ser de aços inoxidáveis, hermeticamente fechadas e de construção robusta, para suportar a variação de pressão interna, mesmo quando sob curto-circuito.
A codificação das caixas, notadamente de sua parte superior, deverá ser realizada de maneira a não permitir o acúmulo de água.

As curvas de probabilidade de ruptura das caixas deverão estar de acordo com a norma NEMA, nº CP. 1, figuras 6.2 e 6.3.
Caso sejam requeridas unidades não padronizadas pela NEMA, o fabricante deverá fornecer as curvas de probabilidade de ruptura das caixas a fim de possibilitar a correta aplicação de fusíveis.
A isolação entre a parte ativa e a caixa deverá ser feita por isolante de elevada rigidez dielétrica.

4.2.1.3. Estruturas Suportes

As unidades capacitivas deverão ser montadas verticalmente. A instalação das unidades capacitivas deverá estar de acordo com os itens CPI-2.04-B e CPI-4.04 da norma CPI da NEMA.
Todas as estruturas metálicas de suportes deverão ser fabricadas com perfis de aço estrutural (alternativamente, visando proporcionar compatibilidade com instalações já existentes poderão ser aceitas estruturas de concreto).
Cantoneiras, vigas "U", etc. deverão ser zincadas por imersão a quente. Não será aceita, pela Contratante, a utilização de chapas de aço dobradas, para substituir os perfis de aço necessários. O aço utilizado deve ser fabricado pelo processo SIEMENS-MARTIN, de acordo com as normas ASTM-A-671T e VDE ST-37. Os parafusos, porcas e arruelas devem ser fabricados com aço SAE-1020 e devem ser fornecidos com excesso de 5% (cinco por cento) sobre as quantidades necessárias.
O fabricante deve cuidar para que todas as partes da estrutura sejam bem acabadas e livres de partes retorcidas ou dobradas.

4.2.1.4. Barras Coletoras

As barras coletoras do banco de capacitores deverão ser constituídas de barras de cobre, projetadas para suportar os esforços eletromecânicos previstos durante as operações normais e anormais, ainda, a máxima corrente suportável pelo banco de capacitores.

4.2.1.5. Dispositivos de descarga

Cada unidade capacitiva deverá possuir um dispositivo de descarga ligando diretamente a ela, que reduza a sua tensão residual. Este dispositivo deve reduzir a tensão residual desde o valor de pico da tensão nominal até 50 V, ou menos, em 5 minutos após o capacitor ter sido desligado da fonte de tensão.

4.2.1.6. Fusíveis de Proteção Externos

Todos os bancos de capacitores deverão ter sua proteção assegurada por chaves fusíveis do tipo distribuição (uma chave fusível para cada unidade capacitiva).
Cada conjunto fusível deverá ser fornecido completo, com tubo de fenolite, mola de acionamento, indicação de atuação, terminal de fixação ao barramento e elo-fusível.

A tensão nominal dos fusíveis devem ser pelo menos igual à tensão da unidade capacitiva. A corrente nominal deve ser pelo menos igual a 165% da corrente nominal da respectiva unidade capacitiva.

Os conjuntos fusíveis deverão ser coordenados com as correntes de curto-circuito suportadas pelas unidades capacitivas.

Os conjuntos fusíveis fornecidos deverão estar de acordo com as respectivas normas ABNT, ANSI ou IEC.

4.2.1.7. Isoladores

Os isoladores devem atender às normas da ABNT (preferencialmente), IEC ou NEMA.

4.2.1.8. Terminais e conectores

Os terminais de alta tensão deverão ser do tipo barra chata, 4 (quatro) furos, furação NEMA.

Os terminais deverão ser de liga de cobre de alta condutividade, protegido contra corrosão eletrogalvânica e permitir a ligação de conectores de cobre ou de alumínio.

Os conectores deverão permitir a utilização de cabos de cobre ou e alumínio a serem dimensionados para condutores de 6 a 4/0 AWG.

As estruturas metálicas deverão ser providas, pelo menos, de 2 (dois) conectores de aterramento em liga de cobre de alta condutividade para fixação de cabo de cobre nu trançado de bitola 1/0 AWG a 4/0 AWG.

4.2.1.9. Buchas das unidades capacitivas

As buchas das unidades capacitivas deverão ser de porcelana vitrificada com vidro marrom, inalteráveis à ação do tempo e dos choques térmicos. As características e os ensaios das buchas deverão estar de acordo com as normas ABNT-NBR-5034, NBR-5051, NEMA nº CPI, item CPI-4.09 e ANSI C55. 1, item 6.9.

Não serão aceitas buchas de porcelana defeituosas ou retocadas.

Cada unidade capacitiva deverá ser equipada com duas buchas terminais iguais.

Buchas parafusadas ou grampeadas no tanque não serão aceitas. As buchas deverão ser fixadas por meio de solda diretamente ao tanque, a fim de assegurar robustez mecânica e absoluta estanqueidade.

4.2.1.10. Alças

Cada unidade capacitiva deverá ser provida de 2 (duas) alças fixadas nas partes mais estreitas das caixas e em linha com as buchas. As alças deverão dois furos cada uma sendo o superior para a suspensão e o inferior para fixação. O último deverá ter o diâmetro mínimo de 12 mm.

4.2.1.11. Placa de identificação das unidades capacitivas

As placas da identificação das unidades capacitivas devem ter as características definidas nessa especificação e conter, pelo menos, as seguintes informações:

a) Os dizeres “Unidade Capacitiva”;
b) Fabricante;
c) Número de série e data de fabricação;
d) Potência nominal, em kVAr;
e) Tensão nominal, em kV;
f) Freqüência nominal, em Hz;
g) Categoria de temperatura;
h) Nível de isolamento;
i) A palavra “Monofásico”;
j) Referência e existência de um dispositivo interno de descarga;
k) Capacitância, em Faradays.

5. Outros equipamentos componentes dos bancos de capacitores

5.1. Para-raios (aplicáveis a todos os 5 tipos de bancos cobertos por essa especificação)

5.1.1. Características Básicas

Os para-raios deverão ser de óxido de zinco, para uso externo, ligação em sistemas de 13.8 kV ou em 34,5 kV (onde aplicável), com neutro aterrado, fixado pela base e com acessórios para montagem. Somente são aceitáveis para-raios com invólucro polimérico.

5.1.2. Características Nominais

Os para-raios serão de classe de 10 kA, devendo ter as seguintes características nominais:

a) Tensão nominal: 12 kV ou 36 kV, onde aplicável;
b) Corrente nominal de descarga (8 x 20µs): 10 kA;
c) Corrente de curta duração (4 x 10µs): 100 kA;
d) Corrente de escoamento sob onda retangular (1000/2000 µs): 75 A;
e) Tensão disruptiva mínima a 60 Hz :18 kV (apenas para unidades de tensão nominal de 138000 V e com invólucro de porcelana);
f) Tensão residual máxima de descarga para onda de (8 x 20 µs): 43 kV (para unidades de tensão nominal de 13800 V);
g) Classe (ABNT e IEC): 10 kA, tipo estação;
h) Tipo de serviço: Pesado;
i) Quantidade de para-raios a ser fornecida: 6 (seis) por banco.

5.1.3. Características Construtivas

Os para-raios deverão ser constituídos de resistores não lineares de óxido de zinco.

Os para-raios deverão ser projetados e constituídos de modo a garantir uma perfeita estanqueidade.

Os invólucros dos para-raios devem ser de material polimérico.

Os para-raios deverão ser fornecidos completos com todas as ferragens e bases necessárias à montagem. As partes metálicas ferrosas deverão ser zincadas por imersão a quente.

Os para-raios deverão ser autossustentáveis sobre superfícies horizontais.

Os terminais e conectores dos para-raios deverão ser fornecidos de acordo com o que determina essa especificação

Os para-raios deverão possuir dispositivos de alívio de sobre pressões internas.

5.1.4. Placa de Identificação

As placas de identificação dos pára-raios deverão ter as características definidas no item 3.11 dessa especificação e conter, no mínimo, as seguintes informações:

a) A palavra “Para-raios”;
b) Tensão Nominal;
c) Corrente Nominal de descarga;

d) Nome ou marca do fabricante;
e) Tipo e Identificação do Para-raios;
f) Ano de fabricação;
g) Classe de alívio de sob repressão;
h) A expressão “Serviço pesado”.

5.2. Chaves fusíveis tipo distribuição (aplicável a todos os cinco tipos de bancos de capacitores)

5.2.1. Geral

Nos casos não cobertos por esta Especificação, devem prevalecer as exigências da ABNT-NBR 7282 e da ABNT-NBR 8124.
Nos pontos em que as normas da ABNT acima citadas forem omissos, e somente nesses pontos, devem ser consideradas as exigências da IEC 60282-2.

5.2.2. Características construtivas

As chaves fusíveis devem ser fornecidas com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, incluindo os elos fusíveis e o suporte L para cruzeta.
O porta-fusível deve ser intercambiável com as bases de mesmas características nominais de todos os fabricantes.
As chaves fusíveis devem ser apropriadas para montagem inclinada; elas indicar sua operação por deslocamento do porta-fusível para a posição “circuito aberto” e permitir a instalação e a remoção do porta-fusível utilizando-se vara de manobra.
A base da chave fusível de distribuição deve ser provida de suporte apropriado que permita sua instalação no suporte L para cruzeta, conforme a Figura 6 dessa especificação.
Todas as partes metálicas das chaves fusíveis devem ter superfícies lisas, sem saliências e irregularidades, e formato tal que elimine áreas e pontos de alta intensidade de campo elétrico.
Os parafusos e porcas devem ter rosca métrica conforme as seguintes normas da ABNT: NBR ISO 68-1, NBR ISO 261, NBR ISO 262, NBR ISO 724, NBR ISO 965-1, NBR ISO 965-2 e NBR ISO 965-3.

5.2.3. Identificação

5.2.3.1. Base

A base da chave fusível deve ser identificada, de forma legível e indelével, com as seguintes informações, gravadas com caracteres de, no mínimo, 2 mm de altura:

a) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
b) Tipo distribuição;
c) Modelo e/ou número de catálogo do fabricante;
d) Número de série de fabricação;
e) Mês e ano de fabricação;
f) Tensão máxima da chave (um), em kv (valor eficaz);
g) Corrente nominal (in), em ampères (valor eficaz);
h) Classe;

i) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico fase-terra (ui), em kv (valor de crista).

A identificação da base deve ser feita, preferencialmente, através de placa de aço inoxidável, alumínio anodizado ou latão niquelado, fixada de modo permanente (parafusos ou rebites), ou através de gravação no próprio corpo do isolador da base.

5.2.4. Isoladores

O isolador da base deve ser identificado de modo legível e permanente com:

a) Nome e/ou marca do respectivo fabricante;
b) Ano de fabricação.

5.2.5. Porta-fusível

O porta-fusível deve ter uma identificação resistente às intempéries e à operação da chave, contendo as seguintes informações, marcadas de forma legível e indelével:

a) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
b) Modelo e/ou número de catálogo do fabricante;
c) Tensão nominal (un), em kv (valor eficaz);
d) Corrente nominal (in), em ampères (valor eficaz);
e) Capacidade de interrupção simétrica nominal, em ka (valor eficaz);
f) Mês e ano de fabricação.

Caso seja utilizada etiqueta, esta deve ser de poliéster, com cantos arredondados, e deve envolver o tubo do porta-fusível ao longo de toda a sua circunferência.

5.2.6. Partes condutoras

Todas as partes condutoras de corrente devem ser em liga de cobre com porcentagem de zinco menor ou igual a 6%, exceto a tampa do porta-fusível, que pode apresentar porcentagem máxima de zinco de 35%.

5.2.7. Temperaturas de operação

As temperaturas máximas de operação e as elevações máximas de temperatura admissíveis das chaves fusíveis devem estar de acordo com as exigências da ABNT-NBR 7282.

5.2.8. Frequência nominal

A frequência nominal é de 60 Hz.

5.2.9. Base e isoladores

Os isoladores das chaves fusíveis devem:

a) Ser de porcelana vitrificada com superfície lisa, isenta de bolhas, inclusões e outras imperfeições, conforme a ABNT-NBR 5032;
b) Ter cor marrom ou cinza conforme solicitado por cada um dos CONTRATANTES;
c) Ter as extremidades vedadas, se forem ocos, e não apresentar aberturas que possibilitem a entrada e o acúmulo de água em seu interior. A vedação

da parte superior deve ser permanente e a da parte inferior deve ser imperdível;

d) Atender às exigências da ABNT-NBR 5032 e da ANSI C29.1, referentes à porosidade e à tensão aplicada de alta e baixa frequência;

e) Suportar a aplicação de um esforço mecânico conforme especificado em 6.4.6.

5.2.10. Conectores

Os conectores terminais das chaves fusíveis de distribuição devem atender às seguintes exigências:

a) Ser do tipo paralelo, de parafuso, em liga de cobre estanhada, com parafusos e arruelas de pressão manufaturados em bronze silício, aço inoxidável ou aço carbono zincado, e devem estar de acordo com a ABNT-NBR 5370 (preferencialmente), com a ANSI C119.4 ou com a ANSI/ NEMA CC1;
NOTA: Caso parte do terminal inferior da base seja usada na constituição do conector paralelo, essa parte também deve ser estanhada;

b) Acomodar adequadamente condutores com as seguintes seções nominais:
- Chaves fusíveis com correntes nominais até 100 A, inclusive: de 25 mm2 a 50 mm2 (4 AWG a 1/0 AWG);
- Chaves fusíveis com correntes nominais acima de 100 A e até 200 A, inclusive: 25 mm2 a 120 mm2 (4 AWG a 4/0 AWG).

As chaves fusíveis com capacidade de interrupção nominal superior a 1,4 kA eficazes simétricos devem ter as áreas de contato da base prateadas com uma camada de 8 mm de espessura, no mínimo.

As molas que mantêm a tensão mecânica entre a base e o porta-fusível devem ser de bronze fosforoso ou aço inoxidável.

Todas as partes ferrosas devem ser de aço carbono e ser zincadas por imersão a quente, de acordo com a ABNT-NBR 6323 ou a ASTM A153, com exceção daquelas fabricadas com aço inoxidável.

Todas as superfícies zincadas que ficam em contato com as partes condutoras de liga de cobre devem ser protegidas da ação galvânica ou eletrolítica através de pintura das superfícies em contato.

O terminal superior da base deve possuir dois ganchos que possibilitem a fixação da ferramenta de abertura em carga, sendo que os ganchos devem:

a) Ser de material não-ferroso ou, alternativamente, de aço zincado por imersão a quente, conforme a ABNT-NBR 6323 ou a ASTM A153;

b) Possuir seção transversal circular e extremidades isentas de rebarbas e bordas cortantes;

c) Suportar uma tração mecânica de 200 Dan;

d) Ser posicionados de forma a permitir que, após a operação com a ferramenta de abertura em carga, esta seja retirada sem que ocorra descarga disruptiva.

5.2.11. Porta-fusível

O tubo da porta-fusível deve ser de fibra prensada, fenolite ou fibra de vidro impregnada, com revestimento interno em fibra vulcanizada.
NOTA: O uso de fibra vulcanizada ou material alternativo que não tenha desempenho de campo e de laboratório comprovado pela experiência da CONTRATANTE deve ser objeto de acordo prévio entre a CONTRATANTE e o fornecedor.
O tubo do porta-fusível deve ter as seguintes características:

a) Rigidez dielétrica transversal em 60 Hz, mínima: 6 kv/mm;
b) Tensão suportável longitudinal em 60 Hz, mínima: 1 kv/mm;
c) Absorção de água em 24 horas, máxima, verificada em amostras que incluam todas as partes constituintes do tubo, inclusive a fibra vulcanizada: 7%, em peso.

As áreas de contato dos porta-fusíveis com capacidade de interrupção nominal superior a 1,4 kA eficazes simétricos devem ser prateadas com uma camada de 8 mm de espessura, no mínimo.
O olhal do porta-fusível deve suportar uma tração mecânica de 200 daN, no mínimo.
A cor externa do tubo do porta-fusível deve estar de acordo com as respectivas padronizações de porta-fusíveis de cada um dos CONTRATANTES.
As dimensões internas do tubo do porta-fusível devem permitir uma fácil instalação do elo fusível apresentado na Figura 7. Os elos fusíveis de todos os tipos de chaves devem atender à Norma ANSI C37.46.
O dispositivo de fixação da cordoalha dos elos fusíveis deve ter dimensões de modo a permitir a acomodação adequada de todos os elos utilizáveis no porta-fusível e não deve provocar danos à cordoalha, tais como esgarçamento e remoção do estanhamento, quando fixada.
É admissível a ocorrência de um deslocamento lateral do porta-fusível, em relação ao terminal superior da base, quando o porta-fusível estiver na posição imediatamente antes do fechamento. Esse deslocamento, para cada lado, deve ser limitado aos valores indicados na Figura 6 dessa especificação e ser o mais simétrico possível em relação ao terminal superior da base.

5.3. Diagramas Unifilares e Trifilares dos Bancos de Capacitores

As Figuras 1 a 5 mostram os diagramas unifilares, arranjos e/ou diagramas trifilares dos bancos de capacitores dos tipos 1 a 5 cobertos por essa especificação. A Tabela 1 mostra detalhes dos diferentes bancos a serem fornecidos.

6. Inspeção e Ensaios

6.1. Geral

O equipamento deverá ser submetido à inspeção e ensaios pelo fabricante de acordo com as normas recomendadas e com esta Especificação.

A Contratante ou seu representante reserva-se o direito de Inspecionar e ensaiar o equipamento abrangido por esta Especificação, quer no período de fabricação, na época do embarque ou quais quer momento que julgar necessário. Para tal, deverão ser propiciadas todas as facilidades quanto ao livre acesso aos laboratórios, dependências onde está sendo fabricado o equipamento em questão, local de embalagem, etc., bem como fornecer pessoal qualificado a prestar informações e executar os ensaios.

O Contratado deverá avisar à Contratante, com antecedência mínima de 15 dias, as datas em que o equipamento estará pronto para Inspeções e ensaios. O período de ensaios estará incluído no prazo de entrega do equipamento.

As despesas relativas a material de laboratório e pessoal para execução dos ensaios correrão por conta do Contratado.

A aceitação do equipamento pela Contratante, com base nos ensaios ou nos relatórios que os substituam, não eximirá o Contratado de sua responsabilidade em fornecer o mesmo em plena concordância com o Pedido de Compra, ou o Contrato e com esta Especificação. Da mesma forma não invalidará nem comprometerá qualquer reclamação que o Contratante venha a fazer, baseado na existência de equipamento ou material inadequado ou defeituoso.

A rejeição do equipamento em virtude de falhas constatadas através de inspeção e ensaios, ou de discordância com o Pedido de Compra, Contrato ou com esta Especificação não eximirá o Contratado de sua responsabilidade em fornecer o mesmo na data de entrega prometida. Se, na opinião da Contratante, a rejeição tornar impraticável a entrega, pelo Contratado, na data prometida, ou se tudo indicar que o Contratado, na data prometida, será incapaz de satisfazer aos requisitos exigidos, o Contratante reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir o equipamento em outra fonte, sendo o Contratado considerado infrator do Contrato e sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

6.1.1. Controle de Qualidade

O controle de qualidade dos bancos de capacitores inclui a execução de inspeções e ensaios durante a fabricação e por ocasião do recebimento.

O controle de qualidade no recebimento obedecerá às especificações e desenhos pertinentes a cada equipamento incluído no fornecimento, tais como unidades capacitivas, isoladores, TC, para-raios, etc.

O controle de qualidade durante a fabricação e respectivos ensaios, a cargo do Contratado, deve ser efetuado de acordo com as normas da ABNT e, na falta destas, de acordo com as normas internacionais para as matérias primas básicas e componentes, podendo os inspetores da Contratante exigir certificados de procedência dos materiais e componentes, fichas e relatórios internos de controle, repetição de ensaios e certificados de aferição dos instrumentos utilizados (ou sua repetição, quando necessária).

Um banco de capacitores de cada tipo a ser fornecido deve ser completamente montado na fábrica, para verificação da quantidade de peças, facilidade de montagem e adequação geral do projeto e instruções.

6.2. Relatório de Ensaios

Deverá ser apresentado um relatório completo, em 5 (cinco) vias, dos ensaios efetuados, com as indicações (métodos, instrumentos e constantes empregados) necessárias à sua perfeita compreensão. Este relatório deverá indicar o nome da Contratante, item correspondente e os resultados dos ensaios.
Todas as vias do referido relatório serão assinadas pelo encarregado dos ensaios, por um funcionário categorizado do Contratado e pelo Inspetor da Contratante. Depois de examinado o relatório, uma das cópias será devolvida ao Contratado, aprovando ou não o equipamento.
No caso da Contratante dispensar a presença do seu Inspetor na inspeção e ensaios, o Contratado apresentará, além do referido relatório com os requisitos exigidos normalmente, a garantia de autenticidade dos resultados. Esta garantia poderá ser dada num item do mencionado relatório ou através de um certificado devidamente assinado por um funcionário categorizado e responsável do Contratado.
Em qualquer dos casos, o Contratado apresentará um certificado, atestando que o equipamento ou material fornecido está de acordo com todos os requisitos desta Especificação e conforme as modificações ou acréscimos apresentados no Modelo de Proposta.

6.3. Ensaios dos Capacitores

6.3.1. Ensaios de Tipo

Os ensaios de tipo são os seguintes:

a) Estabilidade térmica;
b) Rigidez dielétrica;
c) Descarga;
d) Impulso atmosférico;
e) Tensão aplicada entre terminais e caixa, a seco e sob chuva;
f) Ionização;
g) Rádio interferência;
h) Tensão residual.

Os ensaios acima relacionados, quando realizados especificamente para a Contratante, deverão ser realizados em 3 (três) unidades.
Os ensaios de tipo para os capacitores deverão ser realizados de acordo com as respectivas normas ABNT, ANSI, IEC ou NEMA.

6.3.2. Dispensa dos Ensaios

Os ensaios de tipo poderão ser dispensados desde que fabricante apresente um relatório certificado completo dos ensaios já realizados em outras unidades de

características semelhantes ao desta especificação, contendo métodos, instrumentos, circuitos de ensaios, etc.

6.3.3. Ensaios de Rotina e de Aceitação

Os ensaios de rotina e aceitação são os seguintes:

a) Verificação das dimensões externas;
b) Medição da capacitância e cálculo da potência;
c) Medição da tangente de ângulo de perdas (tg☐);
d) Tensão aplicada, entre terminais, e terminais e caixa;
e) Resistência de isolamento;
f) Dispositivo interno de descarga;
g) Verificação de estanqueidade e vazamentos.

Os ensaios acima relacionados deverão ser realizados em todas as unidades capacitivas, exceto os ensaios das alíneas "a" e "c", que deverão ser realizadas em 10% do lote.
Os ensaios de rotina e de aceitação para os capacitores deverão ser realizados de acordo com as respectivas normas ABNT, ANSI, IEC ou NEMA.

6.4. Ensaios dos Para-raios

6.4.1. Ensaios de tipo ou de Protótipo

Os ensaios de tipo são os seguintes:

a) Inspeção visual e verificação dimensional;
b) Tensão residual;
c) Corrente de descarga e corrente de curta duração;
d) Ciclo de operação;
e) Alívio de sobrepressão interna;
f) Funcionamento do desligador automático;
g) Estanqueidade.
h) Outros ensaios de tipo listados pela Norma IEC 99-1 (TOV, LCLD, etc.).

Os ensaios acima deverão ser realizados como determina a Norma IEC 99.1.

6.4.2. Ensaios de Rotina e de Recebimento

Os ensaios de rotina e de recebimento são os seguintes:

a) Inspeção visual e verificação dimensional;
b) Descargas parciais;
c) Tensão residual sob corrente nominal de descarga;
d) Galvanização;
e) Estanqueidade.

Os ensaios anteriormente listados deverão ser realizados como determina a Norma IEC 99.1.

7. Acondicionamento

Toda embalagem e preparação para embarque também estarão sujeitas à aprovação do Inspetor. O acondicionamento deverá garantir um transporte seguro do equipamento em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas. A embalagem deverá proteger o produto contra quebras, danos e perdas por ruptura do encaixotamento, até sua chegada ao local de destino.

A embalagem final deverá facilitar o manuseio armazenamento e o transporte. Cada volume deverá ter marcado o número do Pedido de Compra, o número do embarque, tipo de armazenamento (interno ou externo), local de destino e massas bruta e líquida.

Marcações adicionais para facilidade de importação, para material e/ou equipamento a ser transportado desde o exterior, serão indicadas na encomenda ou em correspondência separada.

8. Informações a Serem Fornecidas com a Proposta

Além das informações exigidas nesta Especificação e de outras julgadas de interesse pelo Proponente, deverão ser obrigatoriamente fornecidas as informações solicitadas nos Anexos A dessa Especificação.

Para cada item da proposta um conjunto de dados garantidos deve ser fornecido completo, devidamente assinado por um responsável do proponente, sob pena de desclassificação da proposta.

Anexo A – Dados técnicos e características garantidas dos Bancos de Capacitores

Os proponentes deverão preencher um Anexo A completo para cada tipo de banco de capacitores oferecido

Nome do fornecedor:.. Nº da Proposta:..................

Nome do fabricante: ....

Número do Edital de Licitação: .... Item: ....

Número da Concorrência: ....

Número de unidades do lote: .... Data: ..../......./......

NOTA: Todos os valores do Anexo A devem ser garantidos. Um Anexo A completo deve ser preenchido para cada tipo de banco de capacitores proposto.

Todos os dados dos anexos A.1 a A.6 também devem ser preenchidos por completo, para cada tipo de equipamento proposto.

A.1 Dados garantidos dos bancos de capacitores completos

Item	Descrição	Característica ou valor
1	Tensão nominal	V
2	Potência nominal	................................kVAR
3	Tensão de operação	V
4	Potência na tensão de operação	................................kVAR
5	Tipo de conexão do banco	....
6	Nível de impulso atmosférico	..................................kV
7	Número de grupos série por fase	....
8	Número de capacitores em paralelo por grupo série	....
9	Número total de capacitores	....

Anexo A.2 Dados garantidos das unidades capacitivas

Nome do fabricante das unidades capacitivas
Deverá ser preenchido um Anexo A.2 para cada tipo de unidade capacitiva proposta

Item	Descrição	Característica ou valor
1.	**Unidades capacitivas**	
1.1	Tipo	....
1.2	Tensão nominal	 V
1.3	Potência nominal	.... kVAr
1.4	Freqüência nominal	.... Hz
1.5	Capacitância nominal: Tolerâncias do valor garantido da capacitância:	.... μF .... %
1.6	Nível de impulso	.... kVpico
1.7	Tensão suportável à freqüência industrial durante 1 min.	.... kVef
1.8	Perdas, a 20ºC, nas condições nominais	.... W/kvar
1.9	Tensão residual, cinco minutos após o desligamento	 V
1.10	Tensão de radio interferência	.... μV
1.11	Líquido isolante	....
	a) Tipo	
	b) Volume	.... litros
	c) Massa	.... kg
	d) Ponto de fulgor	.... ºC
	e) Constante dielétrica	....
1.12:	Resistor interno de descarga	
	a) Valor ôhmico	.... Ω
	b) Potência	.... W
1.13	Espessura total do dielétrico (filme)	.... μm
1.14	Constante dielétrica do filme	....
1.15	Número de folhas de filme por elemento interno	....
1.16	Fator de espaçamento	.... %
1.17	Área de cada elemento interno	.... m^2
1.18	Solicitação dielétrica	
	a) Elemento capacitivo seco	.... kV/mm
	b) Elemento capacitivo impregnado	.... kV/mm
1.19	Massa total da unidade capacitiva	.... kg
1.20	Massa do tanque e buchas	.... kg
1.21	Massa da parte ativa	.... kg
1.22	Torque máximo para as buchas	.... N.m
1.23	Tecnologia utilizada para a fabricação do elemento capacitivo:	
	Informar o tipo de tecnologia utilizada	( )
1.24	Esquema da ligação interna (o fabricante deve representar, através de desenho, a configuração interna da unidade capacitiva):	
	a) S: número de grupos de elementos internos em série:	....
	b) P: número de elementos internos em paralelo por grupo série:	....
	c) outros:	....

Item	Descrição	Característica ou valor
1.25	Temperatura ambiente de operação	
	Limite inferior:	.... °C
	Limite superior:	.... °C
1.26	Número de buchas para conexão externa	....
1.27	Tipo do aço inoxidável usado na fabricação da caixa do capacitor	....
1.28	Desenhos / catálogos de referência	Anexar à proposta
1.29	Relação de ensaios de tipo e especiais já realizados e respectivos relatórios.	Anexar à proposta ....
2.	**Cartuchos e fusíveis**	
2.1	Fabricante	....
2.2	Tipo	....
2.3	Corrente nominal	.... A
2.4	Capacidade de interrupção simétrica	.... kA
2.5	Máxima tensão de operação (interrupção)	.... kV

A.3 Dados garantidos dos para-raios

Nome do fabricante dos para-raios: ....
Número de Unidades: .... Data: ..../..../....
NOTA: Preencher um anexo A.3 para cada tipo de para-raios proposto.

Item	Descrição	Unidade	Valor ou característica
1.	**Valores garantidos**		
1.1	Referência de catálogo ou tipo	-	....
1.2	Número do catálogo ou desenho	-	....
	Dados dos para-raios de ZnO		
1.3	Tensão nominal	kV	....
1.4	Máxima tensão para operação contínua	kV	....
1.5	Classe (serviço)	-	....
1.6	Série	-	....
1.7	Corrente nominal de descarga	kA	....
1.8	Máxima tensão residual para frente de onda com corrente nominal de descarga:		
	a) tempo de frente 0,5 μs	kV crista	....
	b) tempo de frente 1,0 μs	kV crista	....

Item	Descrição	Unidade	Valor ou característica
1.9	Máxima tensão residual para impulso de corrente 8/20 com as seguintes porcentagens da corrente nominal de descarga:		
	a) 10 %	kV crista	....
	b) 30 %	kV crista	....
	c) 50 %	kV crista	....
	d) 100 %	kV crista	....
	e) 200 %	kV crista	....
1.10	Máxima tensão residual de impulso de manobra com onda 30/60 e correntes de:		
	a) 3 kA	kV crista	....
	b) 2 kA	kV crista	....
	c) 1 kA	kV crista	....
	d) 0,5 kA	kV crista	....
	e) 75 A, para pára-raios classe 5 kA	kV crista	....
1.11	Tensão crítica de operação (tensão residual para corrente baixa):		
	a) 1 mA	kV	....
	b) ....mA	kV	....
1.12	Corrente suportável de impulso de alta intensidade e de curta duração	kA crista	....
1.13	Classe de descarga de linha de transmissão	-	....
1.14	Ionização interna com .... kV	pC	....
	Alívio de sobrepressão interna		
1.15	Classe	-	....
1.16	Corrente simétrica do ensaio de alta corrente	kA	....
1.17	Duração do ensaio de alta corrente	s	....
1.18	Corrente simétrica do ensaio de baixa corrente	kA	....
1.19	Duração do ensaio de baixa corrente	s	....
	Características da porcelana (se aplicável)		
1.20	Distância de escoamento	mm	....
1.21	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico:		
	a) a seco	kV crista	....
	b) sob chuva	kV crista	....
1.22	Tensão suportável nominal de impulso de manobra:		
	a) a seco	kV crista	....
	b) sob chuva	kV crista	....
1.23	Tensão suportável a 60 Hz:		
	a) a seco (60 s)	kVeficaz	....
	b) sob chuva (10 s)	kVeficaz	....

2.	**Documentos a serem enviados com a proposta, referentes aos para-raios, para aprovação da Contratante:**	**N° de referência do documento**
2.1	Desenhos de dimensões externas do pára-raios, incluindo terminais, máximo esforço de flexão e massa total	....

2.	**Documentos a serem enviados com a proposta, referentes aos para-raios, para aprovação da Contratante:**	**N° de referência do documento**
2.2	Desenho da placa de identificação com as respectivas dimensões e informações gravadas	....
2.3	Instruções para montagem e operação do pára-raios	....
2.4	Lista de fornecimento de pára-raios do tipo ofertado	....
2.5	Relatórios dos ensaios de tipo listados a seguir realizados em laboratório oficial ou próprio, com acompanhamento de inspetor da Contratante ou de seu representante legal, aplicados em unidades idênticas às ofertadas.	....
	Nota: Estes relatórios poderão ser dispensados caso já tenham sido entregues à Contratante anteriormente, quando do fornecimento de pára-raios idênticos. Nesse caso, o fornecedor deve citar em sua proposta o número do PEDIDO DE COMPRA aplicável a esse fornecimento.	....
2.6	Dados referentes a pára-raios de ZnO	
	Tensões residuais	....
	- tensão residual para frente de onda de 1μs:	....
	- tensão residual para impulso atmosférico	....
	- tensão residual para impulso de manobra	....
2.7	Relatório de ensaio de ciclo de operação com descargas de impulsos atmosféricos e de manobra com sobretensão sustentada de 60 Hz	....
2.8	Relatório de ensaio de estabilidade térmica e química incluindo curva vida x temperatura	....
2.9	Relatório de ensaio de resposta térmica das seções	....
2.10	Relatório de ensaio de alívio de sobrepressão interna	....
2.11	Dados referentes aos invólucros de porcelana dos pára raios (se aplicável):	
	- tensão aplicada à parede	....
	- resistência a variações bruscas da temperatura	....
	- porosidade	....
	- resistência à pressão interna, resistência à flexão	....
	- tensão suportável de impulso atmosférico	....
	- tensão suportável de freqüência industrial	....
2.12	Método para execução dos ensaios de estanqueidade e de ionização interna	....
2.13	Métodos para execução dos ensaios de rotina de pára-raios de ZnO	....

Anexo A4 - Dados técnicos e características garantidas das chaves fusíveis tipo distribuição.

Nome do fabricante:

Nome do fornecedor: .... Nº da Proposta:............
Número do Edital de Licitação: .... Item: ....
Número da Concorrência: ....
Número de Unidades: .... Data: ..../....../........
NOTA: Preencher um anexo A.4 completo para cada tipo de chave fusível proposta.

Item	Descrição	Características ou Valores
1	Tipo e/ou modelo da chave fusível	....
2	Base: a) tensão máxima de operação ou projeto b) tensão suportável nominal de impulso atmosférico para terra (NBI) c) corrente nominal	 ....kV eficaz ....kV crista ....A eficaz
3	Porta-fusível: a) corrente nominal b) capacidade de interrupção simétrica c) diâmetro interno do tubo d) material do revestimento externo do tubo e) material de revestimento interno do tubo	 ....A eficaz ....kA eficaz .... mm ....
4	Máxima elevação de temperatura admissível: a) contatos b) terminais c) materiais isolantes ou materiais em contato com componentes isolantes	 .... °C .... °C ....°C
5	Tensão máxima de radio interferência	.... µV
6	Identificação: especificar e anexar à proposta as informações constantes das identificações localizadas na base, no porta-fusível e no isolador	
7	Acondicionamento: anexar à proposta o desenho detalhado da embalagem, especificando os materiais empregados	
8	O proponente deve anexar à sua proposta cópia do relatório dos seguintes ensaios de tipo, realizados por órgão ou entidade qualificada e/ou credenciada, aplicados em chaves fusíveis idênticas às ofertadas e cuja realização tenha sido acompanhada por inspetor da CONTRATANTE: a) tensão suportável nominal de impulso atmosférico b) tensão suportável de freqüência industrial sob chuva c) radio interferência d) capacidade de interrupção e) resistência mecânica do isolador f) análise química da liga de cobre g) rigidez dielétrica transversal do revestimento externo do tubo do porta-fusível h) tensão suportável longitudinal do revestimento externo do tubo	

	do porta-fusível i) absorção d'água pelo tubo do porta-fusível	

Anexo A.5– Cotação de peças de reserva

Nome do Proponente :....................................Número da Proposta:.................................
Número da concorrência .... Item: ....
Número de Unidades: .... Data: ..../........./............
Nota: Os proponentes devem enviar juntamente com as suas propostas um Anexo 5 completamente preenchido para cada tipo de banco de capacitor fixo aqui especificado.

A.5a – Cotação de Peças de Reserva Especificadas

Item	Descrição	Unidade	Quantidade Especificada	Preço FOB Unitário
1	Uma unidade capacitiva de cada tipo ofertado	Conjunto completo	1	
2	Uma chave fusível de cada tipo ofertada	Conjunto completo	1	
3	Um pára-raios de cada tipo ofertado	Conjunto completo	1	
4	Um porta-fusível de cada tipo ofertado	Conjunto completo	1	
5	Dez elos fusíveis de cada tipo ofertado	Conjunto completo	10	

Nota:
O Proponente deverá obrigatoriamente cotar as peças de reserva acima listadas. Os custos dessas peças serão levados em consideração na avaliação dos custos totais das propostas.

A.5b – Cotação de peças de reserva recomendadas
O Proponente deverá preencher a planilha abaixo com as peças de reserva não incluídas no **Anexo A.5a**, que no seu entendimento sejam recomendáveis para a manutenção dos equipamentos.

Item	Descrição	Unidade	Quantidade Especificada	Preço FOB Unitário

Nota:
Os custos acima não serão levados em consideração na avaliação dos custos totais das propostas

A.6 Exceções à Especificação

Deverá ser preenchido um Anexo A.7 para cada tipo de banco de capacitores proposto. Caso não haja exceções à especificação deverá ser acrescentada à proposta a seguinte Nota;
NOTA: Declaramos termos tomado pleno conhecimento da especificação de bancos de capacitores e que não há em nossa proposta exceções a nenhum de seus itens ou requisitos.
Esse termo deverá ser assinado pelo representante legal do proponente e anexado à proposta.

Seção da especificação	Descrição da exceção

Tabela 1 A - Bancos de capacitores

Tipos, principais características e quantidades por Empresa.

BANCO DE CAPACITORES TRIFÁSICOS - CLASSE 15 KV (TENSÃO NOMINAL 13,8 Kv)						
EMPRESA	QUANTIDADE	POTÊNCIA (kVAr)	TENSÃO NOMINAL DO BANCO (VOLTS)	TIPO DE LIGAÇÃO	TENSÃO SUPORTÁVEL DE IMPULSO ATMOSFÉRICO (KILOVOLTS)	TENSÃO SUPORTÁVEL A 60 HZ 1min a seco (KILOVOLTS)
	13,8 kV	13,8 kV	13,8 kV	13,8 kV	13,8 kV	13,8 kV
CEPISA	160	150	13800	Estrela com neutro acessível e aterrado	110 de crista	34,5 eficaz
CEPISA	80	300	13800	Estrela com neutro acessível e aterrado	110 de crista	34,5 eficaz
CERON	66					
AME	30	300	13800	Estrela com neutro acessível e aterrado	110 de crista	34,5 eficaz
AME	80	600	13800	Estrela com neutro acessível e aterrado	110 de crista	34,5 eficaz
BVE	11	150	13800	Estrela com neutro acessível e aterrado	110 de crista	34,5 eficaz
CEAL	60	300	13800	Estrela com neutro acessível e aterrado	110 de crista	34,5 eficaz
EACRE	30	150	13800	Estrela com neutro acessível e aterrado	110 de crista	34,5 eficaz
EACRE	40	300	13800	Estrela com neutro acessível e aterrado	110 de crista	34,5 eficaz
EACRE	20	600	13800	Estrela com neutro acessível e aterrado	110 de crista	34,5 eficaz
TOTAL	577					

Tabela 1 B – Tipos de Bancos de capacitores cobertos por essa Especificação

Principais características dos bancos

Tipo do Banco de Capacitores	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
Potência reativa nominal	150 kVAr	300 kVAr	600 kVAr
Tensão nominal do banco	13,8 kV	13,8 kV	13,8 kV
Número de fases	3 (três)	3 (três)	3 (três)
Ligação	Estrela com neutro acessível e aterrado	Estrela com neutro acessível e aterrado	Estrela com neutro acessível e aterrado
Tipo de instalação	Externa	Externa	Externa
Tensão suportável de impulso atmosférico	110 kV de crista	110 kV de crista	110 kV de crista
Tensão suportável à 60 Hz por 1 minuto, a seco	34,5 kV (eficaz)	34,5 kV (eficaz)	34,5 kV (eficaz)

Tabela 1 C – Tipos de Bancos de capacitores cobertos por essa Especificação

Principais características dos componentes dos bancos

Componentes	**Tipo 1 150 kVAr**	**Tipo 2 300 kVAr**	**Tipo 3 600 kVAr**
Unidades capacitivas	3 x 50 kVAr, 7960V	3 x 100 kVAr, 7960V	6 x 100 kVAr, 7960V
Chave fusível tipo distribuição	3 de 15 kV, 100 A, com conectores	3 de 15 kV, 100 A, com conectores	3 de 15 kV, 100 A, com conectores
Para-raios	3 de 12 kV, 10 kA, com suportes para montagem em cruzetas	3 de 12 kV, 10 kA, com suportes para montagem em cruzetas	3 de 12 kV, 10 kA, com suportes para montagem em cruzetas

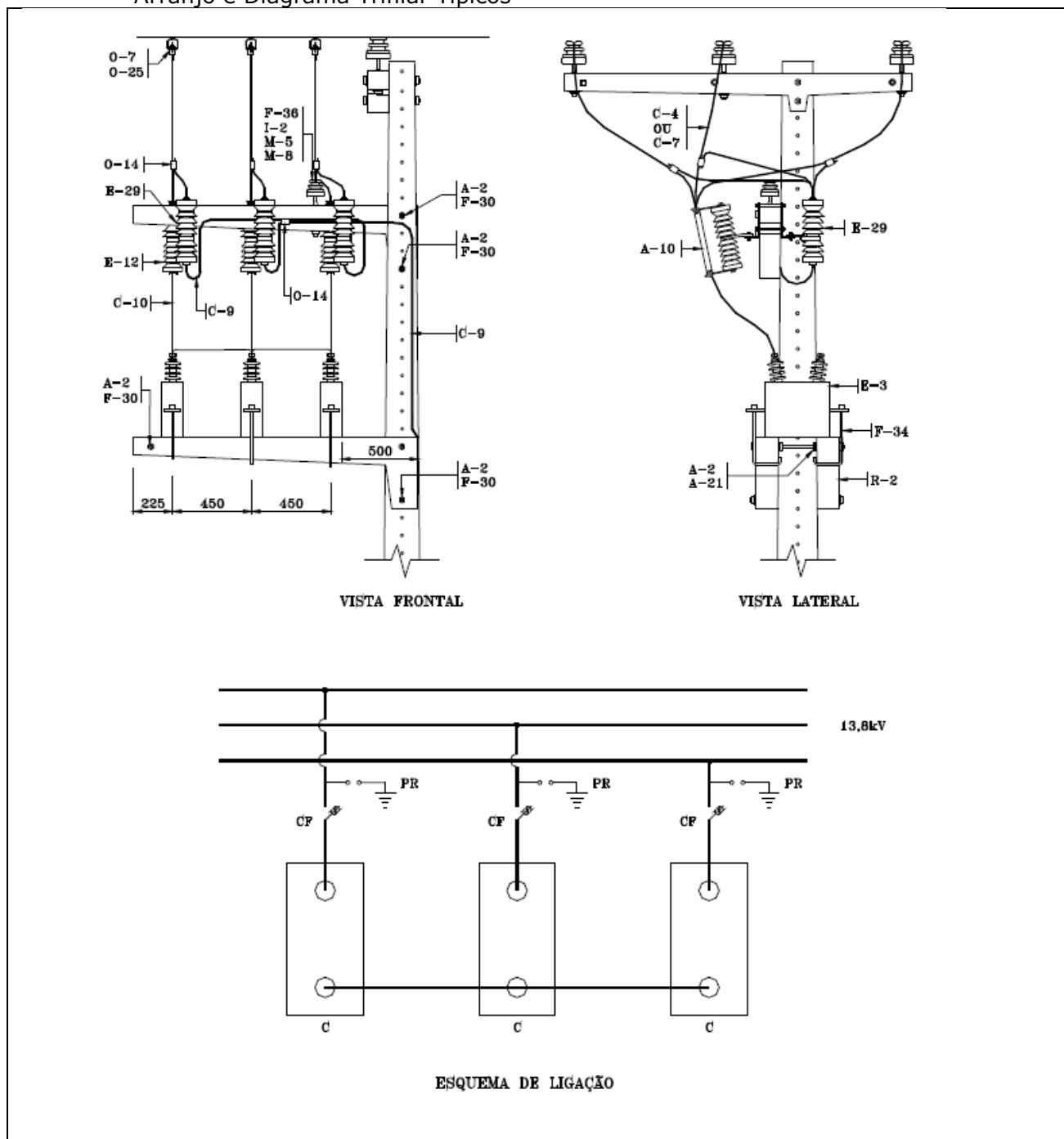
Estrutura suporte	1 Rack metálico para instalação em poste de concreto duplo "T" ou circular	1 Rack metálico para instalação em poste de concreto duplo "T" ou circular	1 Rack metálico para instalação em poste de concreto duplo "T" ou circular
Conectores, isoladores, barramentos, cabos e miscelânea	1 conjunto completo para o banco e todos os seus acessórios	1 conjunto completo para o banco e todos os seus acessórios	1 conjunto completo para o banco e todos os seus acessórios

Tabela 1 D – Tipos de Bancos de capacitores cobertos por essa Especificação

Principais características das unidades capacitivas e de seus fusíveis

Tipo do banco de capacitores	**TIPO 1**	**TIPO 2**	**TIPO 3**
Número de unidades capacitivas por banco	3	3	6
Potência reativa nominal de cada unidade capacitiva	50 kVAr	100 kVAr	100 kVAr
Número de fases de cada unidade capacitiva	Uma (unidades monofásicas)	Uma (unidades monofásicas)	Uma (unidades monofásicas)
Tipo de fusível e porta fusível	Em chave fusível tipo distribuição	Em chave fusível tipo distribuição	Em chave fusível tipo distribuição
Tensão nominal em regime permanente	7960 V	7960 V	7960 V
Máxima tensão de operação	9526 V	9526 V	9526 V
Sobre tensão máxima	1,10 vezes a tensão nominal	1,10 vezes a tensão nominal	1,10 vezes a tensão nominal
Categoria de temperatura	0ºC a + 50ºC	0ºC a + 50ºC	0ºC a + 50ºC
Perdas máximas das unidades capacitivas, à temperatura ambiente.	0,2 W/kVAr	0,2 W/kVAr	0,6 W/kVAr
Nível máximo de rádio interferência de cada unidade capacitiva	250 μV	250 μV	250 μV
Nível máximo das descargas parciais de cada unidade capacitiva	10 pC	10 pC	10 pC

Figura 1- Bancos de capacitores de 150 kVAr, 13,8 kV

Arranjo e Diagrama Trifilar Típicos

VISTA FRONTAL

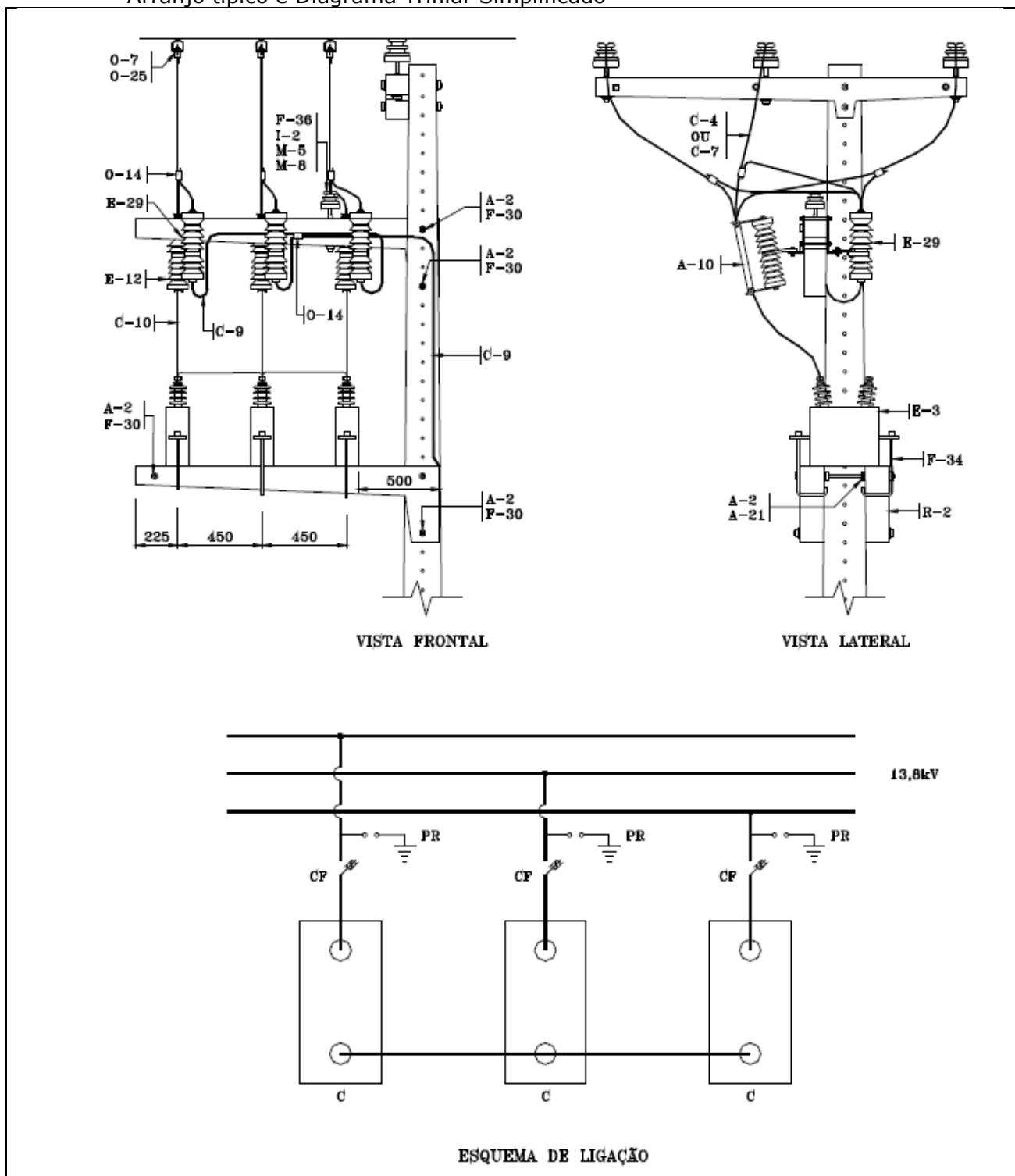
VISTA LATERAL

13,8kV

ESQUEMA DE LIGAÇÃO

O arranjo mostrado é apenas indicativo. O arranjo definitivo deve ser aprovado pela Contratante.

Figura 2- Bancos de capacitores de 300 kVAr, 13,8 kV

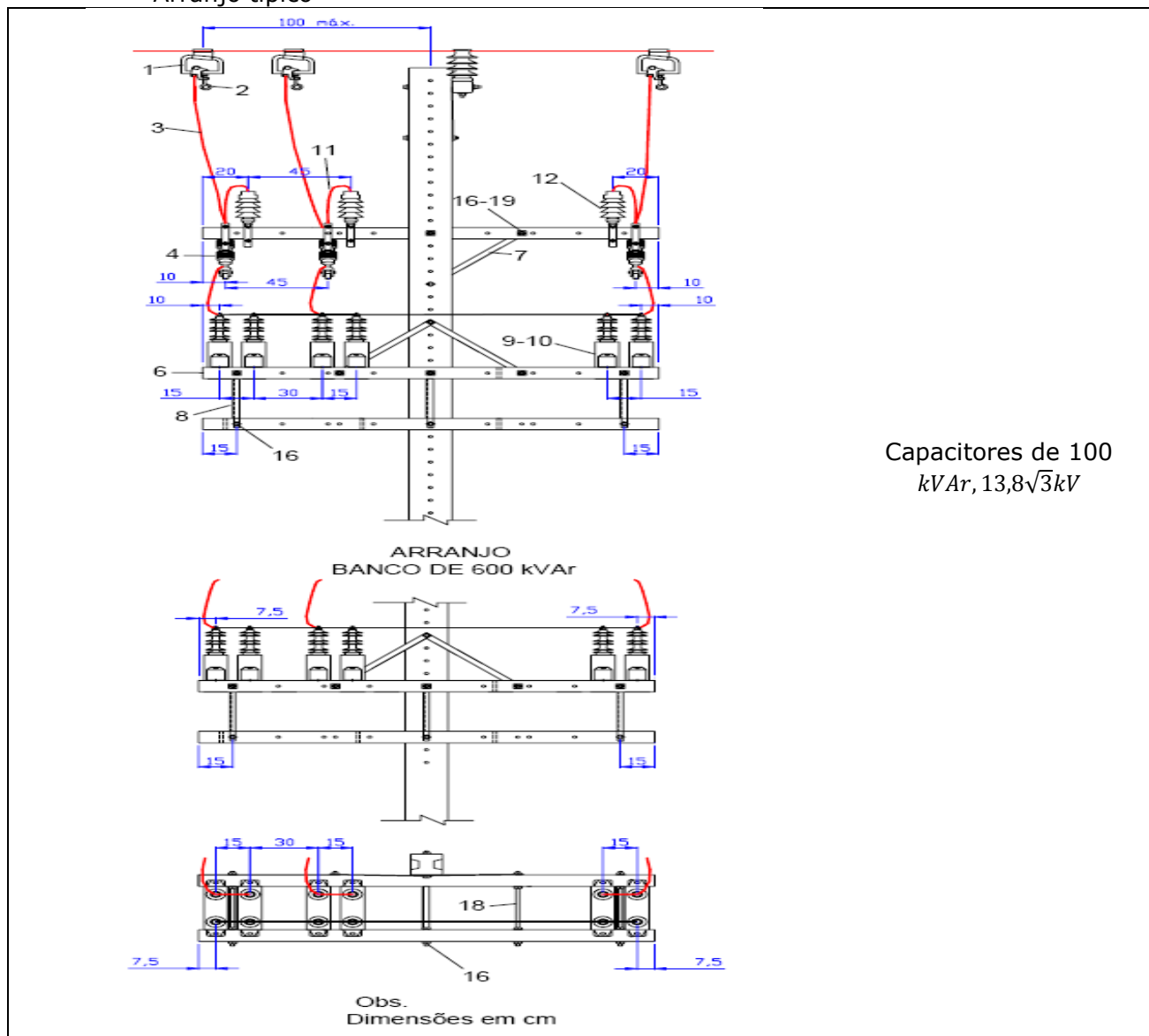
Arranjo típico e Diagrama Trifilar Simplificado

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

ESQUEMA DE LIGAÇÃO

O arranjo mostrado é apenas indicativo. O arranjo definitivo deve ser aprovado pela Contratante.

Figura 3 - Bancos de capacitores de 600 kVAr - 13,8 kV

Arranjo típico

ARRANJO
BANCO DE 600 kVAr

Obs.
Dimensões em cm

Capacitores de 100 $kVAr, 13{,}8\sqrt{3}kV$

O arranjo mostrado é apenas indicativo. O arranjo definitivo deve ser aprovado pela Contratante.

Figura 6 - Dimensões da chave fusível de 13,8 kV

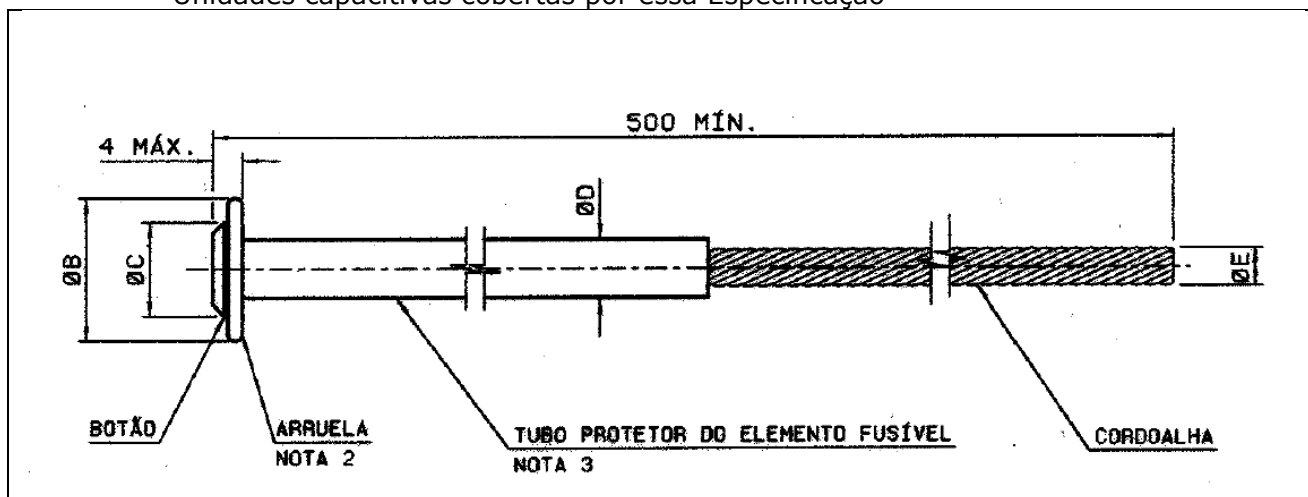
Deslocamentos / folgas permitidos para o porta-fusível

CONECTOR PARALELO DE PARAFUSO 25 A 120 mm²(4 A 4/0 AWG)
EIXO DA BASE
TERMINAL SUPERIOR
FURO Ø14 +0,5 -0
GANCHO PARA ABERTURA EM CARGA
SUPORTE DE FIXAÇÃO DA CHAVE
OLHAL
50 MÍN.
BASE
PORTA-FUSÍVEL 02.118-CEMIG-0070
20°±2°
TERMINAL INFERIOR
CONECTOR PARALELO DE PARAFUSO 25 A 120 mm²(4 A 4/0 AWG)
PORTA-FUSÍVEL PRESO NA BASE
110°±5°
FAIXA DE RETIRADA DO PORTA-FUSÍVEL
ÂNGULO DE RETIRADA DO PORTA-FUSÍVEL
32±0,5
13,5±0,5
57,5±0,5
14,5±0,5
DETALHE DO TERMINAL INFERIOR DA BASE
15°±2°
R10±2
60°±5°
DETALHE DO GANCHO PARA ABERTURA EM CARGA (NOTA 2)
DESLOCAMENTO MÁXIMO: 15 mm PARA CADA LADO
CONTATO DO TERMINAL SUPERIOR
EIXO DO PORTA-FUSÍVEL
CONTATO DO TERMINAL INFERIOR
DESLOCAMENTO LATERAL DO PORTA-FUSÍVEL

Notas:

1) A cor dos isoladores deverá ser cinza claro ou marrom, conforme o padrão de cada uma das Contratantes.
2) O gancho para abertura em carga deve ter seção transversal circular.

Figura 7 - Dimensões padronizadas e características dos fusíveis

Unidades capacitivas cobertas por essa Especificação

Dimensões dos elos das unidades capacitivas dos bancos de 13,8kV

Notas:

1) Os botões dos elos fusíveis deverão ser identificados de forma legível e indelével, com pelo menos a indicação do nome e marca do fabricante e da corrente nominal do elo em Ampères, seguido das letras H, K ou T.
2) Os elos fusíveis acima de 65 A, inclusive, não necessitarão de arruelas.

Os elos fusíveis típicos para cada tipo de banco de capacitores cobertos por essa Especificação são os indicados na tabela a seguir.

Potência Tensão nominal do banco	Elo fusível típico
150 kVAr – 13,8 kV	8 K
300 kVAr – 13,8 kV	15 K
600 kVAr – 13,8 kV	25 K

Os elos a serem efetivamente fornecidos deverão ser aprovados pela Contratante.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

CABOS CONCÊNTRICOS

ET – 006

Revisão	Alterações	Data	Responsável
01	Emissão Inicial	30/05/2012	Adjar Barbosa

Elaborado	Aprovado	Projeto

ÍNDICE

1. OBJETIVO

Esta Especificação estabelece os critérios e as exigências técnicas mínimas aplicáveis à fabricação e ao recebimento de cabos concêntricos monofásicos, de cobre ou alumínio, para ramais de ligação de unidades consumidoras de baixa tensão.

2. REFERÊNCIAS

2.1. Legislação e Regulamentos Federais sobre o Meio Ambiente

Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente;
Lei nº 7.347, de 24.07.85 - Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências;
Lei nº 9.605, de 12.02.98 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências;
Decreto nº 6.514, de 22.07.08 - Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências;
Resolução do CONAMA nº 1, de 23.01.86 - Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA;
Resolução do CONAMA nº 237, de 19.12.97 - Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

2.2. Normas Técnicas

- ABNT NBR 5111 - Fios de cobre nus de seção circular para fins elétricos – Especificação
- ABNT NBR 5118 - Fios de alumínio nus de seção circular para fins elétricos - Especificação
- ABNT NBR 5285 - Fios de alumínio-liga, nus, de seção circular, para fins elétricos - Especificação
- ABNT NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento
- ABNT NBR 5427 - Guia para utilização da norma NBR 5426
- ABNT NBR 5456 - Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5471 - Condutores elétricos – Terminologia
- ABNT NBR 6251 - Cabos de potência com isolação sólida extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Construção - Padronização
- ABNT NBR 6810 - Fios e cabos elétricos - Tração à ruptura em componentes metálicos - Método de ensaio
- ABNT NBR 6813 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência de isolamento - Método de ensaio
- ABNT NBR 6814 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica - Método de ensaio
- ABNT NBR 6815 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos - Método de ensaio
- ABNT NBR 6881 - Fios e cabos elétricos de potência ou controle - Ensaio de tensão elétrica - Método de ensaio
- ABNT NBR 7272 - Condutor elétrico de alumínio - Ruptura e característica dimensional - Método de ensaio
- ABNT NBR 7287 - Cabos de potência com isolação sólida extrudada de polietileno reticulado (XLPE) para tensões de isolamento de 1 kV a 35 kV
- ABNT NBR 11137 - Carretéis de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas – Padronização

- ABNT NBR 15716 - Cabos concêntricos para ramais de consumidores com isolação interna de XLPE e isolação externa de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV — Requisitos de desempenho
- ABNT NBR NM IEC 60811 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolação e de cobertura de cabos elétricos
- ABNT NBR NM 280 - Condutores de cabos isolados
- ICEA S-66-524 / NEMA WC7 Cross-Linked-Thermosetting-Polyethylene Insulated Wire and Cable
- IEC 60183 - Guide to the selection of high-voltage cables
- IEC 60228 - Conductors of insulated cables
- IEC 60502-1 - Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1.2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV (Um = 1.2 kV) and 3 kV (Um = 3.6 kV)
- IEC 60502-2 - Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1.2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (Um = 7.2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)
- IEC 60502-4 - Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1.2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 4: Test requirements on accessories for cables with rated voltages from 6 kV (Um = 7.2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)
- IEC 61089 - Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors

Notas

1 - Devem ser consideradas aplicáveis as últimas revisões das normas técnicas listadas anteriormente, na data da abertura da Licitação.

2 - Todas as normas técnicas citadas como referências devem estar à disposição do inspetor ou diligenciador da CONTRATANTE no local da inspeção.

3 - É permitida a utilização de normas de outras organizações desde que elas assegurem qualidade igual ou superior à assegurada pelas normas mencionadas e que não contrariem esta Especificação. Se forem adotadas, elas devem ser citadas nos documentos da proposta e, caso a CONTRATANTE julgue necessário, o proponente deve fornecer uma cópia.

3. CONDIÇÕES GERAIS

3.1. Condições de serviço

Os cabos devem ser projetados para suportar as seguintes condições normais de serviço:

- Sistema trifásico a quatro fios, com neutro multiaterrado e solidamente aterrado, 60 Hz, com tensões fase-fase de 220 e de 380 V (categoria 1, conforme a ABNT-NBR 6251 ou IEC 60183);
- Temperatura ambiente variando de 0ºC a 40ºC;
- Umidade relativa do ar de, no mínimo, 60%;
- Locais densamente arborizados, onde os cabos poderão permanecer em contato com os galhos das árvores por longos períodos.

3.2. Dados técnicos

O fornecedor deve atender às exigências comerciais da CONTRATANTE e enviar, junto com a proposta, os dados técnicos relacionados no Anexo 1.

3.3. Formação do cabo

O cabo monofásico, conforme Figura 1, compreende:

- Condutor fase;
- Isolamento em XLPE entre o condutor fase e o condutor neutro;
- Condutor neutro concêntrico;
- Fita separadora;
- Cobertura externa em XLPE;

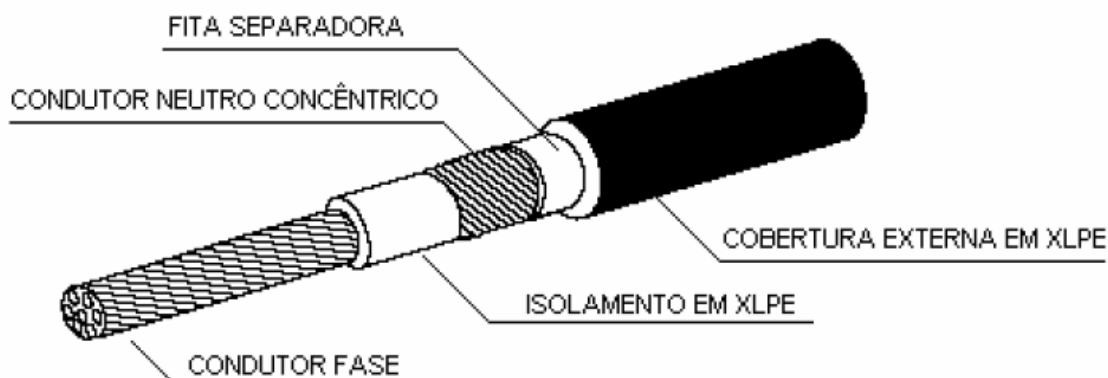



Figura 1 – Cabo Concêntrico monofásico

3.4. Condutores

Devem possuir diâmetro uniforme e acabamento superficial isento de fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias, inclusões e outros defeitos que possam comprometer o desempenho do produto.
Os condutores devem ser aditivados para proteção contra UV (raios ultra violeta).
Deverão suportar salinidade e umidade, apresentando alta resistência mecânica e estabilidade dimensional nas condições de instalação.

3.5. Isolação

A camada isolante dos condutores fase deve ser constituída por um composto termofixo extrudado de polietileno reticulado (XLPE) na cor preta, com espessura conforme a Tabela 1, e tensão de isolamento de 0,6/1 kV;

A isolação deve ser homogênea e contínua, ficar justaposta e concêntrica em relação ao condutor, ser de fácil remoção e não aderente ao mesmo.

3.6. Identificação do cabo

A cobertura externa deve ser marcada, de forma legível e indelével em intervalos regulares não superiores a 1 metro, com as seguintes informações mínimas:

- Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- Tensão de isolamento (0,6/1 kV);
- Identificação do tipo de cabo com os dizeres: "CABO CONCÊNTRICO MONOFÁSICO";
- Seção do condutor, em mm^2, designada do seguinte modo:
  1 x S + S1
  onde:
  S : seção transversal de cada condutor fase;
  S1 : seção transversal do condutor neutro.
- Identificação do material do condutor e da isolação;
- Ano de fabricação.

3.7. Acondicionamento

Os cabos devem ser embalados em rolos ou em carretéis de madeira não retornáveis, adequados ao transporte rodoviário, ferroviário ou marítimo, ao armazenamento ao tempo e às operações usuais de manuseio.

Devem ser atendidas as exigências do Ministério dos Transportes e dos órgãos oficiais de controle ambiental, especialmente as relativas à sinalização da carga, quando aplicável.

As extremidades de cada condutor devem ser convenientemente seladas com capuzes de vedação, fita auto-aglomerante ou fita adesiva resistente às intempéries, a fim de evitar a penetração de umidade durante o manuseio, o transporte e o armazenamento.

Para os cabos acondicionados em rolos, admite-se que os rolos sejam envolvidos totalmente em embalagens resistentes à umidade.

Os carretéis devem:

- Estar de acordo com a ABNT NBR 11137;
- Ser isentos de defeitos e/ou materiais que possam vir a danificar os cabos;
- Ter massa bruta não superior a 1500 kg.

Os rolos devem:

- Estar de acordo com a ABNT NBR 7312;
- Ter massa bruta máxima de 40 kg.

São permitidos, no máximo, dois lances contínuos de cada cabo no mesmo carretel. Nesse caso, o lance menor deve ser acondicionado por último, sem qualquer tipo de emenda ou amarração com o primeiro.

Cada carretel deve ser identificado, de forma legível e indelével, com as seguintes informações:

- Nome e/ou marca comercial do fabricante e CNPJ;
- Sigla da empresa CONTRATANTE;
- Número do Pedido de Compra;
- Número de série do carretel;
- Identificação completa do cabo;
- Comprimento do lance de cabo no carretel, em metros;
- Massas bruta e líquida do carretel, em kg;
- Mês e ano de fabricação;
- Seta para indicar o sentido de desenrolamento do cabo;
- Dimensões do carretel;

- Outras informações que o Pedido de Compra exigir.

A identificação deve ser feita com placas de alumínio ou de material polimérico, gravadas de forma permanente e fixadas em ambos os discos laterais com pregos do tipo helicoidal.
A seta deve ser marcada de forma indelével nos discos laterais do carretel, podendo essa marcação ser feita em relevo, em sulco ou a tinta.
O fornecedor brasileiro deve numerar os diversos carretéis e anexar à Nota Fiscal uma relação descritiva do conteúdo individual de cada um (romaneio).

3.8. Garantia

O fornecedor deve dar garantia de 24 meses a partir da data de fabricação ou de 18 meses após a data de início de utilização, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de material, fabricação e acondicionamento dos cabos ofertados.
Se for constatado defeito decorrente de erro de projeto ou de produção, tal que comprometa todas as unidades do lote adquirido, o fornecedor deverá substituí-las, responsabilizando-se por todos os custos de material, mão-de-obra e transporte.
A garantia contra defeitos provocados por deficiência de projeto deve prevalecer por prazo indeterminado.

4. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

4.1. Condutor Fase - Central

O condutor fase dos cabos concêntricos de alumínio deve:

- Ser composto por 07 fios de alumínio 1350 com têmpera mole, classe 2;
- Ser de seção circular, não compactado;
- Possuir condutividade mínima de 61% IACS, a 20ºC;
- Apresentar teor de pureza de no mínimo 99,5% na matéria prima utilizada na sua fabricação;
- Estar de acordo com a ABNT NBR 5118;

O condutor fase dos cabos concêntricos de cobre deve:

- Ser composto por 07 fios de cobre com têmpera mole, classe 2;
- Ser de seção circular, não compactado;
- Possuir condutividade de 100 % IACS;
- Apresentar teor de pureza de no mínimo 99% na matéria prima utilizada na sua fabricação;
- Estar de acordo com a ABNT NBR 5111;

As demais características do condutor fase central estão descritas na Tabela 1.

4.2. Condutor Neutro Concêntrico

Os fios componentes do condutor neutro concêntrico devem estar de acordo com a NBR 5111, para fios de cobre, ou NBR 5118, para fios de alumínio.

Deverá ser do mesmo material e possuir as mesmas características elétricas do condutor fase central.

Deverá ser aplicado helicoidalmente ao redor do condutor fase, de forma concêntrica com no mínimo 90% de recobrimento.

As demais características do condutor neutro concêntrico estão descritas na Tabela 1.

4.3. Fita Separadora

Sobre o condutor neutro concêntrico deve ser aplicada uma fita separadora constituída de material não higroscópio e compatível, química e termicamente, com o material do condutor e da isolação.

4.4. Isolamento em XLPE

A isolação deve apresentar as seguintes características:

Deve ser constituída por um composto extrudado à base de polietileno reticulado (XLPE) conforme NBR 6251, na cor preta.

Ter espessura nominal de acordo com a Tabela 1, e seu valor mínimo não deverá ser inferior, em nenhum ponto do cabo, a 90% da espessura especificada.

Ser apta para funcionamento em ambientes úmidos ou secos, e ser resistente a esforços mecânicos durante a instalação e operação dos cabos.

Deverá ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento, devendo estar justaposta ao condutor, porem facilmente removível e não aderente a este.

Suportar as temperaturas máximas do condutor da Tabela 2.

As demais características da isolação estão descritas na Tabela 1.

4.5. Cobertura Externa em XLPE

A cobertura externa deve apresentar as seguintes características:

- Ser constituída por um composto extrudado à base de polietileno reticulado (XLPE) conforme NBR 6251, na cor preta.
- Ser contínua em todo seu comprimento, uniforme, homogênea na cor preta, devendo conter negro-de-fumo disperso, com teor mínimo de 2%, quando ensaiada conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-4-1.
- Deverá estar justaposta ao condutor, porem facilmente removível e não aderente a este.
- Possuir espessura mínima conforme Tabela 1, não podendo ser inferior a 85% da especificada em nenhum ponto.

As demais características da cobertura externa estão descritas na Tabela 1.

5. INSPEÇÃO

5.1. Geral

A inspeção compreende a execução de todos os ensaios de rotina e especiais e, quando exigido pela CONTRATANTE no Pedido de Compra, dos ensaios de tipo.

Se exigidos, os ensaios de tipo devem atender aos seguintes requisitos:

- Ser realizados em laboratório de instituição oficial ou no laboratório do fornecedor desde que, nesse último caso, tenha sido previamente homologado pela CONTRATANTE;
- Ser aplicados, em qualquer hipótese, em amostras escolhidas aleatoriamente e retiradas da linha normal de produção pelo inspetor da CONTRATANTE ou por seu representante legal;
- Ser acompanhados, em qualquer hipótese, pelo inspetor da CONTRATANTE ou por seu representante legal.

De comum acordo com a CONTRATANTE, o fornecedor poderá substituir a execução de qualquer ensaio de tipo pelo fornecimento do relatório do mesmo ensaio, executado em cabos idênticos aos ofertados, sob as mesmas condições de ensaio.

A CONTRATANTE se reserva o direito de efetuar os ensaios de tipo para verificar a conformidade do material com os relatórios de ensaio exigidos com a proposta.

O fornecedor deve dispor de pessoal e aparelhagem, próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, deve haver aprovação prévia da CONTRATANTE.

A CONTRATANTE se reserva o direito de enviar inspetor devidamente credenciado, com o objetivo de acompanhar qualquer etapa de fabricação e, em especial, presenciar os ensaios.

O fornecedor deve possibilitar ao inspetor da CONTRATANTE livre acesso a laboratórios e a locais de fabricação e de acondicionamento.

O fornecedor deve assegurar ao inspetor da CONTRATANTE o direito de se familiarizar, em detalhe, com as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar os ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar nova inspeção e exigir a repetição de qualquer ensaio.

O fornecedor deve informar à CONTRATANTE, com antecedência mínima de 10 dias úteis para fornecimento nacional e de 30 dias para fornecimento internacional, a data em que o material estará pronto para inspeção.

O fornecedor deve apresentar, ao inspetor da CONTRATANTE, certificados de aferição dos instrumentos de seu laboratório ou de terceiros a serem utilizados na inspeção, medições e ensaios do material ofertado, emitidos pelo INMETRO ou órgãos delegados e/ou a certificação ISO 9001. Para fornecedores de outros paises será aceito a certificação dos instrumentos de seu laboratório ou de terceiros utilizados na inspeção, medições e ensaios do material ofertado, emitido por órgão de controle metrológico oficial, similar ao INMETRO, e/ou a certificação ISO 9001. No caso da apresentação de certificados de aferição, a periodicidade máxima dessa aferição deve ser de um ano, podendo acarretar a desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência. Períodos diferentes do especificado poderão ser aceitos, mediante acordo prévio entre a CONTRATANTE e o fornecedor.

Todas as normas, especificações e desenhos citados como referência devem estar à disposição do inspetor da CONTRATANTE, no local da inspeção.

Os subfornecedores devem ser cadastrados pelo fornecedor sendo este o único responsável pelo controle daqueles, devendo ser assegurado à CONTRATANTE o acesso à documentação de avaliação técnica referente a esse cadastro.

A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:

- Não eximem o fornecedor da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta Especificação;

- Não invalidam qualquer reclamação posterior da CONTRATANTE a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.
- Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fornecedor e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fornecedor.

A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fornecedor de cumprir as datas de entrega prometidas. Se, na opinião da CONTRATANTE, a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas previstas, ou se tornar evidente que o fornecedor não será capaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta Especificação, a CONTRATANTE se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e de obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fornecedor será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fornecedor, sem ônus para a CONTRATANTE.

O custo dos ensaios de rotina deve ser por conta do fornecedor.

A CONTRATANTE se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade:

- Da CONTRATANTE, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção;
- Do fornecedor, em caso contrário.

Os custos da visita do inspetor da CONTRATANTE (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativo) correrão por conta do fornecedor nos seguintes casos:

- Se o material estiver incompleto na data indicada na solicitação de inspeção;
- Se o laboratório de ensaio não atender às exigências de 0, 0 e 0;
- Se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sede do fornecedor;
- Devido à reinspeção do material por motivo de recusa nos ensaios.

5.2. Ensaios de rotina

5.2.1. Inspeção visual

Antes de serem efetuados os demais ensaios de rotina, o inspetor da CONTRATANTE deve efetuar uma inspeção visual dos carretéis ou rolos amostrados para verificar:

- Características gerais do cabo;
- Identificação do cabo, conforme a seção 3.6;
- Acondicionamento e marcação da embalagem, conforme a seção 3.7;
- Comprimento do cabo no rolo ou no carretel.

A não conformidade do cabo ou da embalagem com qualquer um dos requisitos de 0 implicará na rejeição do rolo ou do carretel.

5.2.2. Verificação dimensional

A verificação dimensional da construção do cabo deve ser feita de acordo com a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1.

5.2.3. Demais ensaios de rotina

Após os ensaios de inspeção visual e verificação dimensional, devem ser executados ainda:

Ensaios de rotina	Normas aplicáveis
Tensão elétrica a seco	ABNT NBR 6881
Resistência elétrica a 20ºC: - do condutor fase - do condutor neutro tipo CA - do condutor neutro tipo CAL	ABNT NBR NM 280 e ABNT NBR 6814 ABNT NBR 6815 e IEC 61089 ABNT NBR 6815 e IEC 61089
Resistência de isolamento à temperatura ambiente	ABNT-NBR 6815

5.2.4. Ensaios especiais

Devem ser executados:

Ensaios especiais	Normas aplicáveis
Verificação dimensional da construção do cabo	NBR NM IEC 60811-1-1
Tração do material da isolação PE e XLPE	ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 e 60811-1-2
Alongamento a quente do material da isolação XLPE	ABNT NBR NM IEC 60811-2-1

5.2.5. Ensaios de tipo

Devem ser realizados:

Ensaios de tipo	Normas aplicáveis
Tensão elétrica de longa duração	ABNT NBR 6881
Determinação do teor de negro de fumo	ABNT NBR NM IEC 60811-4-1
Determinação do fator de correção da resistência de isolamento	ABNT NBR 6813
Resistência de isolamento a 70ºC (PE) e a 90ºC (XLPE)	ABNT NBR 6813
Resistência à abrasão	ABNT NBR 15716
Absorção acelerada de umidade	ABNT NBR NM IEC 60811-1-3
Retração da isolação ao calor	ABNT NBR NM IEC 60811-1-3
Mecânicos e elétricos do condutor neutro	ABNT NBR 5111, 5118, 6810, 6815, 7272 e IEC 61089

5.2.6. Relatório dos ensaios

O relatório dos ensaios, a ser providenciado pelo fornecedor, deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

- Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- Número do Pedido de Compra;
- Identificação dos condutores ensaiados, conforme 0;
- Descrição sucinta dos ensaios;
- Indicação de normas técnicas, instrumentos e circuitos de medição;
- Memória de cálculo, com resultados e eventuais observações;
- Tamanho do lote, número e identificação das unidades (carretéis ou rolos) amostradas e ensaiadas;
- Datas de início e término dos ensaios e de emissão do relatório;
- Nome do laboratório onde os ensaios foram executados;
- Nomes legíveis e assinaturas do inspetor da CONTRATANTE e do responsável pelos ensaios.

Os cabos serão liberados pelo inspetor da CONTRATANTE somente quando lhe forem entregues três vias do relatório dos ensaios e três vias da lista de embarque, e após a verificação da embalagem e sua marcação.

6. PLANOS DE AMOSTRAGEM

6.1. Ensaios de rotina

As amostragens e os respectivos critérios de aceitação e de rejeição para os ensaios de rotina devem estar de acordo com a Tabela 3.

De cada carretel ou rolo devem ser retirados corpos-de-prova do cabo completo em número e tamanho adequados à execução de todos os ensaios previstos. Se um corpo-de-prova for rejeitado em qualquer ensaio, este deverá ser repetido em dois outros corpos-de-prova do mesmo carretel ou rolo. Ocorrendo nova falha, o carretel ou rolo será considerado defeituoso. A quantidade total de carretéis ou rolos defeituosos deve ser levada à Tabela 3, que definirá a aceitação ou a rejeição do lote.

A comutação do regime de inspeção ou qualquer outra consideração adicional deve ser feita de acordo com as recomendações da ABNT NBR 5426.

6.2. Ensaios especiais

As amostragens para a execução dos ensaios especiais, a quantidade e o comprimento de seus respectivos corpos-de-prova, assim como o critério de aceitação e rejeição do lote do qual foi retirada a amostragem, devem atender as condições previstas na ABNT NBR 15716.

6.3. Ensaios de tipo

O número de carretéis ou rolos a ser submetido aos ensaios de tipo será objeto de acordo entre a CONTRATANTE e o fornecedor e indicado no Pedido de Compra.

Tabela 1 - Características físicas e elétricas do cabo concêntrico

Nº de Condutores Fase	Seção de cada Condutor (mm²)	Diâmetro Nominal do Condutor Fase (mm)	Espessura da Isolação (mm)		Diâmetro Externo Nominal (mm)	Peso Líquido Nominal Aproximado (kg/km)	Material dos Condutores
			Fase	Neutro			
01	4,0	2,5	1,0	1,2	8,0	110	Cobre
01	6,0	3,0	1,0	1,2	9,0	140	Cobre
01	10,0	4,0	1,0	1,2	10,0	220	Cobre
01	16,0	5,0	1,0	1,2	11,8	355	Cobre
01	4,0	2,5	1,0	1,2	7,5	103	Alumínio
01	6,0	3,0	1,0	1,2	8,0	143	Alumínio
01	10,0	4,0	1,0	1,2	9,0	220	Alumínio

NOTAS:
1) Tolerância para os diâmetros nominais: ± 0,5 mm.
2) Tolerância para o Peso Líquido Nominal: ± 10 kg/km

Tabela 1 - Temperaturas máximas no condutor

Condições de operação	Temperatura máxima - ºC
	Isolação XLPE
Em regime permanente	90
Em regime de sobrecarga (Nota)	130
Em regime de curto-circuito	250

NOTA: A duração do regime de sobrecarga não deve superar 100 horas durante doze meses consecutivos, nem superar 500 horas durante a vida útil do cabo.

Tabela 3 - Planos de amostragem para os ensaios de rotina

Tamanho do Lote (Nota 2)	Amostra		Ac	Re
	Seqüência	Tamanho		
Até 25	1ª 2ª	3	0	1
26 a 90	1ª 2ª	8 8	0 1	2 2
91 a 150	1ª 2ª	13 13	0 3	3 4
151 a 280	1ª 2ª	20 20	1 4	4 5
281 a 500	1ª 2ª	32 32	2 6	5 7
501 a 1200	1ª 2ª	50 50	3 8	7 9

NOTAS:
1) Especificação dos planos de amostragem, conforme a ABNT NBR 5426 ou a ISO 2859:
- inspeção por atributos;
- regime de inspeção normal;
- amostragem dupla;
- nível de inspeção II;
- nível de qualidade aceitável (NQA): 4%.

2) Número de carretéis ou rolos.

3) Ac - número de aceitação: número máximo de carretéis ou rolos defeituosos que permite a aceitação do lote.
Re - número de rejeição: número mínimo de carretéis ou rolos defeituosos que implica na rejeição do lote.

4) Procedimento para amostragem dupla: ensaiar a primeira amostragem. Se o número de unidades defeituosas encontradas estiver entre Ac e Re (excluídos esses dois valores), ensaiar a segunda amostragem. O número total de carretéis ou rolos defeituosos, após ensaiadas as duas amostragens deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado para permitir a aceitação do lote.

Anexo 1 - Dados técnicos e características garantidas
Cabos concêntricos de baixa tensão

Nome do fornecedor: .... Nº da Proposta:

Nome do fabricante: ....

Número do Edital de Licitação: .... Item: ....

Número da Concorrência: ....

Número de Unidades: .... Data: ....../....../......

Item	Descrição	Características ou valores – Especificado	Características ou valores - Proposto
1.	**Condutores fase**		
1.1.	Material	Cobre ou Alumínio	....
1.2.	Seção transversal	4,0/6,0/10,0/16,0 mm²	.... mm²
1.3.	Número de fios	7	....
1.4.	Classe de encordoamento	2	....
1.5.	Diâmetro do condutor	2,5/3,0/4,0/5,0 mm	.... mm
1.6.	Resistência elétrica em cc - 20ºC	Conforme item 5.2.3.1	.... Ω/km
1.7.	Têmpera	Mole	....
2.	**Isolamento do condutor fase**		
2.1.	Material	XLPE 90ºC	....
2.2.	Espessura	1,0 mm	.... mm
2.3.	Tensão de isolamento Vo/V	0,6/1 kV	.... kV
2.4.	Diâmetro do cabo sobre a isolação	-	.... mm
2.5.	Diâmetro do cabo sob a isolação	-	.... mm
2.6.	Resistência de isolamento a 20ºC	Conforme item 5.2.3.1	.... Ω/km
3.	**Cobertura Externa**		
3.1.	Material	XLPE 90ºC	....
3.2.	Espessura	1,2 mm	.... mm
3.3.	Tensão de Isolamento Vo/V	0,6/1 kV	.... kV
3.4.	Diâmetro do cabo sobre a isolação	-	.... mm
3.5.	Diâmetro do cabo sob a isolação	-	.... mm
3.6.	Resistência de isolamento a 20ºC	Conforme item 5.2.3.1	.... Ω/km
4.	**Condutor neutro**		
4.1.	Material	Cobre ou Alumínio	....
4.2.	Seção transversal	-	.... mm²
4.3.	Número de fios	-	....
4.4.	Diâmetro dos fios	-	.... mm
4.5.	Classe de encordoamento	-	....
4.6.	Diâmetro do condutor	-	.... mm
4.7.	Resistência elétrica em cc - 20ºC	Conforme item 5.2.3.1	.... Ω/km

4.8.	Carga de ruptura	Conforme NBR 6810 e NBR 7272	.... daN
5.	**Cabo completo**		
5.1.	Diâmetro externo do cabo (aproximado)	7,5/8,0/9,0/10/11,8 mm	.... mm
5.2.	Massa do cabo	103/110/140/143/220/355 kg/km	.... kg/km
5.3.	Lance de cabo (rolo ou carretel)	-	.... m
5.4.	Massa do carretel apenas	-	.... kg
6.	**Ensaios de tipo** O fornecedor deve anexar à sua proposta cópia dos relatórios dos seguintes ensaios de tipo, realizados por órgão ou entidade qualificada ou credenciada, aplicados em cabos idênticos aos ofertados e cuja realização tenha sido acompanhada por inspetor da CONTRATANTE: a) tensão elétrica de longa duração; b) determinação do teor de negro de fumo; c) determinação do fator de correção da resistência de isolamento; d) resistência de isolamento a 90ºC (XLPE); e) resistência à abrasão; f) absorção acelerada de umidade; g) retração da isolação ao calor; h) ensaios mecânicos e elétricos do condutor neutro.		

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS , MONOFÁSICOS PARA REDES AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO, CLASSE 15 E 36 KV

ET – 007

Revisão	Alterações	Data	Responsável
01	Emissão Inicial	30/05/2012	Adjar Barbosa

Elaborado	Aprovado	Projeto

ÍNDICE

Capítulo **Página**

1 Objetivo

Esta Especificação estabelece critérios e exigências técnicas mínimas aplicáveis à fabricação e ao recebimento de transformadores trifásicos de tensão máxima do equipamento 15 kV e 36 kV, com tensões nominais de respectivamente 13,8 kV e 34,5 kV, imersos em líquidos isolantes, sem conservador de óleo, com resfriamento natural ONAN, das seguintes empresas de distribuição associadas às Centrais Elétricas Brasileiras S/A – ELETROBRÁS:

- Eletrobras Distribuição Rondônia
- Eletrobras Distribuição Alagoas
- Eletrobras Amazonas Energia
- Eletrobras Distribuição Acre
- Eletrobras Distribuição Piauí
- Eletrobras Distribuição Roraima

Nessa Especificação o termo Contratante se refere à ELETROBRAS, às empresas a ela associadas, ou por ela representadas, ou por ela indicadas.

Todos os transformadores aqui especificados serão instalados em redes aéreas de distribuição.

1.1 Escopo

Faz parte do escopo o fornecimento dos seguintes transformadores, nas seguintes quantidades e descrições resumidas na seguinte tabela:

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

- Potência nominal 15 kVA 3Ø, Classe de Tensão 15 KV com comutador de derivações externo na tampa, primário em 13,8 kV, ligado em triângulo, com derivações de 13800/13200/12600/ 12000/11400 V, secundário em estrela com neutro acessível nas tensões nominais 380/220 V (Alagoas e Piauí). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 30 kVA 3Ø, Classe de Tensão 15 KV com comutador de derivações externo na tampa, primário em 13,8 kV, ligado em triângulo, com derivações 13800 /13200 /12600 /12000/11400 V, secundário em estrela com neutro acessível nas tensões nominais 380/220 V (Alagoas e Piauí). E em 220/127 V (Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 45 kVA 3Ø, Classe de Tensão 15 KV com comutador de derivações externo na tampa, primário em 13,8 kV, ligado em triângulo, com derivações de 13800/13200/12600/ 12000/11400 V, secundário em estrela com neutro acessível nas tensões nominais 380/220 V (Alagoas e Piauí) e 220/127 V (Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 75 kVA 3Ø, Classe de Tensão 15 KV com comutador de derivações externo na tampa, primário em 13,8 kV, ligado em triângulo, com derivações de 13800/13200/12600/ 12000/11400 V, secundário em estrela com neutro acessível nas tensões nominais 380/220 V (Alagoas e Piauí) e 220/127 V (Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 112,5 kVA 3Ø, Classe de Tensão 15 KV com comutador de derivações externo na tampa, primário em 13,8 kV, ligado em triângulo, com derivações de 13800/13200/12600/ 12000/11400 V, secundário em estrela com neutro acessível nas tensões nominais 380/220 V (Alagoas e Piauí) 220/127 V (Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima).
- Potência nominal 150 kVA 3Ø, Classe de Tensão 15 KV com comutador de derivações externo na tampa, primário em 13,8 kV, com derivações de 13800/13200/12600/ 12000/11400 V, secundário em estrela com neutro acessível

nas tensões nominais 380/220 V (Alagoas e Piauí) e 220/127 V (Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima). Conector tipo TI para o primário e secundário.

- Potência nominal 225 kVA 3Ø, Classe de Tensão 15 KV com comutador de derivações externo na tampa, primário em 13,8 kV, com derivações de 13800/13200/12600/ 12000/11400 V, secundário em estrela com neutro acessível nas tensões nominais 380/220 V (Alagoas e Piauí) e 220/127 V (Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima). Conector tipo T3 para o primário e secundário.
- Potência nominal 30 kVA 3Ø, com comutador de derivações externo na tampa, Classe de Tensão 36 KV primário em 34,5 kV, ligado em triângulo, com derivações 34500/33750/33300/32250/31500V, secundário em estrela com neutro acessível nas tensões nominais 220/127 V (Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 45 kVA 3Ø, Classe de Tensão 36 KV com comutador de derivações externo na tampa, primário em 34,5 kV, ligado em triângulo, com derivações 34500/33750/33300/32250/31500V, secundário em estrela com neutro acessível nas tensões nominais 380/220 V (Alagoas e Piauí). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 112,5 kVA 3Ø, Classe de Tensão 36 KV com comutador de derivações externo na tampa, primário em 34,5 kV, ligado em triângulo, com derivações 34500/33750/33300/32250/31500V, secundário em estrela com neutro acessível nas tensões nominais 380/220 V (Alagoas e Piauí). Conector tipo TI para o primário e secundário.

TRANSFORMADORES MONOFASICOS

- Potência nominal 5 kVA 1Ø, com uma bucha da AT e comutador de derivações externo lateral, Classe de Tensão 15KV, com derivações de 7.976/7.630/7.283/6.936/6.589 V 440/220 (Alagoas e Piauí) e 220/127 V (Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 10 kVA 1Ø, com uma bucha da AT e comutador de derivações externo lateral, Classe de Tensão 15KV, com derivações de 7.976/7.630/7.283/6.936/6.589 V 440/220 (Alagoas e Piauí) e 220/127 V (Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 15 kVA 1Ø, com uma bucha da AT e comutador de derivações externo lateral, Classe de tensão 15KV, com derivações de 7.976/7.630/7.283/6.936/6.589 V 440/220 (Alagoas e Piauí) e 220/127 V (Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 25kVA 1Ø, com uma bucha da AT e comutador de derivações externo lateral,Classe de tensão 15KV, com derivações de 7.976/7.630/7.283/6.936/6.589 V 440/220 (Alagoas e Piauí) e 220/127 V (Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 5 kVA 1Ø, com uma bucha da AT e comutador de derivações externo lateral, Classe de Tensão 36 KV, com derivações de 19.942/19.943/18.945/18.446/17.947 V 440/220 (Piauí). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 10 kVA 1Ø, com uma bucha da AT e comutador de derivações externo lateral, Classe de Tensão 36 KV, com derivações de 19.942/19.943/18.945/18.446/17.947 V 440/220 (Piauí). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 15 kVA 1Ø, com uma bucha da AT e comutador de derivações externo lateral, Classe de Tensão 36 KV, com derivações de 19.942/19.943/18.945/18.446/17.947 V 440/220 (Piauí). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- TRANFORMADORES BIFASICOS

- Potência nominal 5 kVA 2Ø, com duas buchas da AT e comutador de derivações externo lateral, Classe de Tensão 15KV, com derivações 13800/13200/12600/12000/11400 V 440/220 (Alagoas e Piauí). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 10 kVA 2Ø, com duas buchas da AT e comutador de derivações externo lateral, Classe de Tensão 15KV, com derivações 13800/13200/12600/12000/11400 V 440/220 (Alagoas e Piauí). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 15 kVA 2Ø, com duas buchas da AT e comutador de derivações externo lateral, Classe de Tensão 15KV, derivações 13800/13200/12600/12000/11400 V 440/220 (Alagoas e Piauí). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 5 kVA 2Ø, com duas buchas da AT e comutador de derivações externo lateral, Classe de Tensão 36 KV, com derivações 34500/33750/33300/32250/31500 V 440/220 V (Piauí). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 10 kVA 2Ø, com duas bucha da AT e comutador de derivações externo lateral, Classe de Tensão 36 KV, com derivações 34500/33750/33300/32250/31500V, 440/220 (Piauí). Conector tipo TI para o primário e secundário.
- Potência nominal 15 kVA 2Ø, com duas buchas da AT e comutador de derivações externo lateral, Classe de tensão 34,5KV, com derivações 34500/33750/33300/32250/31500V, 440/220 (Piauí). Conector tipo TI para o primário e secundário.

Faz ainda parte do escopo de fornecimento previsto:

- Realização de todos os ensaios de rotina definidos nas Normas ABNT-NBR 5356, ABNT - NBR 5440, ABNT NBR 5556, ABNT NBR 5380 e ABNT NBR 9369, aplicáveis a cada um dos tipos de transformadores aqui especificados.
- Cotação de todos os ensaios de tipo definidos nas Normas ABNT-NBR 5356, ABNT - NBR 5440, ABNT NBR 5556, ABNT NBR 5380 e ABNT NBR 9369. Caberá ao Contratante a definição de quais ensaios deverão ser efetivamente incluídos no Contrato de Compra e em quais transformadores serão aplicados.
- Disponibilização e envio juntamente com as respectivas propostas de cópias de relatórios de todos os ensaios de tipo previstos nas Normas ABNT-NBR 5356, ABNT-NBR 5440, ABNT NBR 5556, ABNT NBR 5380 e ABNT NBR 9369 aplicáveis a cada um dos tipos de transformadores aqui especificados.
- Disponibilização e envio juntamente com as respectivas propostas de Lista de fornecimentos anteriores de unidades idênticas ou os mais semelhantes possíveis às ofertadas.

2 Referências

- ABNT-EB-362 - Sistema de classificação de materiais elastoméricos vulcanizados para aplicações gerais - Especificação
- ABNT-MB-101 - Produtos de petróleo - Determinação do índice de neutralização – Método de ensaio
- ABNT-MB-293 - Produtos líquidos de petróleo - Determinação da viscosidade cinemática e dinâmica - Método de ensaio
- ABNT-MB-351 - Produtos de petróleo - Determinação da cor - Método do colorímetro ASTM
- ABNT-NBR 5034 - Buchas para equipamento elétrico de tensão superior a 1 kV – Especificação
- ABNT-NBR 5356 - Transformador de potência - Especificação
- ABNT-NBR 5370 - Conectores de cobre para condutores elétricos para sistemas de potência – Especificação
- ABNT-NBR 5380 - Transformador de potência - Método de ensaio
- ABNT- NBR 5405 - Materiais isolantes sólidos - Determinação da rigidez dielétrica sob freqüência industrial - Método de ensaio
- ABNT-NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimento
- ABNT-NBR 5435 - Bucha para transformadores sem conservador de óleo – Tensão nominal 15 kV e 25,8 kV - 160 A - Dimensões - Padronização
- ABNT-NBR 5437 - Bucha para transformadores sem conservador de óleo – Tensão nominal 1,3 kV - 160 A, 400 A e 800 A - Dimensões - Padronização
- ABNT-NBR 5440 - Transformadores para redes aéreas de distribuição – Características elétricas e mecânicas – Padronização
- ABNT-NBR 5458 - Transformadores de potência - Terminologia
- ABNT-NBR 5755 (MB-936)- Líquidos isolantes - Determinação de água - Método de Karl Fischer - Método de ensaio
- ABNT- NBR 5778 - Refração - Determinação do índice - Método de ensaio
- ABNT-NBR 5779 - Óleos minerais isolantes - Determinação qualitativa de cloretos e sulfatos inorgânicos - Método de ensaio
- ABNT-NBR 5894 - Papelão hidráulico de alta resistência - Especificação
- ABNT-NBR 6234 - Óleo-água - Determinação de tensão interfacial Método de ensaio
- ABNT-NBR 6323 - Produtos de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Especificação
- ABNT-NBR 6529 - Vernizes utilizados para isolamento elétrico - Ensaios - Método de ensaio
- ABNT-NBR 6649 - Chapas finas a frio de aço carbono para uso estrutural-Especificação
- ABNT-NBR 6650 - Chapas finas a quente de aço carbono para uso estrutural - Especificação
- ABNT-NBR 6869 - Líquidos isolantes elétricos - Determinação de rigidez dielétrica - Método dos eletrodos de disco - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7148 - Petróleo e derivados - Determinação da densidade – Método do densímetro - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7318 - Elastômero vulcanizado para uso em veículos automotores - Determinação da dureza - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7398 - Produto de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Verificação da aderência - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7399 - Produto de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7400 - Produto de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio
- ABNT-NBR 7875 - Instrumentos de medição de radio interferência na faixa de 0,15 a 30 MHz (Padrão CISPR)

- ABNT-NBR 7876 - Linhas e equipamentos de alta tensão - Medição de radio interferência na faixa de 0,15 a 30 MHz
- ABNT-NBR 8096 - Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição ao dióxido de enxofre - Método de ensaio
- ABNT-NBR 8999 - Forjados de aço a quente em matriz fechada – Tolerâncias dimensionais e afastamentos permissíveis – Padronização
- ABNT-NBR 9527 - Rosca métrica ISO – Procedimento
- ABNT-NBR 10441 - Produtos líquidos de petróleo - Determinação da viscosidade cinemática e dinâmica - Método de ensaio
- ABNT-NBR 10505 - Óleo isolante - Determinação de enxofre corrosivo – Método de ensaio
- ABNT-NBR 11003 - Tintas e revestimentos similares - Ensaios de aderência
- ABNT-NBR 11341 - Produto de petróleo - Determinação dos pontos de fulgor e de combustão (vaso aberto Cleveland) - Método de ensaio
- ABNT-NBR 11343 - Produtos de petróleo e hidrocarbonetos solventes – Determinação do ponto de anilina e do ponto de anilina misto - Método de ensaio
- ABNT-NBR 11349 - Produto de petróleo - Determinação do ponto de fluidez - Método de ensaio
- ABNT-NBR 11407 (MB-408) - Borracha - Método de ensaio de resistência aos líquidos orgânicos
- ANSI C57.12.00 - General requirements for liquid immersed distribution, power and regulating transformers
- ANSI C57.12.20 - Requirements for overhead-Type distribution transformers 67000 volts and below, 500 kVA and smaller
- ANSI C57.12.70 - Terminal markings and connections for distribution and power transformers
- ANSI C57.12.80 - Transformer terminology
- ANSI C57.12.90 - Test code for liquid-immersed distribution, power and regulating transformers
- ANSI C57.91 - Guide for loading mineral oil-immersed overhead and pad mounted distribution transformers rated 500 kVA and less with 55° C or 65° C average winding rise
- ANSI C57.100 - Test procedure for thermal evaluation of oil-immersed distribution transformers
- ANSI/IEEE 21 - General requirements and test procedure for outdoor apparatus bushings
- ANSI/IEEE 386 - Separable insulated connectors for power distribution systems above 600 V
- ASTM A 90 - Test method for weight of coating on zinc-coated (galvanized) iron or steel articles
- ASTM D 92 - Test methods for flash and fire points by Cleveland open cup
- ASTM D 97 - Test methods for pour point of petroleum oils
- ASTM D 115 - Methods of testing varnishes used for electrical insulation
- ASTM B 117 - Method of salt spray (fog) testing
- ASTM A 153 - Specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
- ASTM E 376 - Practice for measuring coating thickness by magnetic-field or eddy-current (electromagnetic) test methods
- ASTM D 445 - Test method for cinematic viscosity of transparent and opaque liquids (and the calculation of dynamic viscosity)
- ASTM D 471 - Test method for rubber property - Effect of liquids
- ASTM D 523 - Test method for specular gloss
- ASTM D 870 - Practice for testing water resistence of coatings using water immersion
- ASTM D 878 - Test method for inorganic chlorides and sulfates in insulation oils
- ASTM D 924 - Test method for a.c. loss characteristics and relative permittivity (dielectric constant) of electrical insulating liquids
- ASTM D 971 - Test method for interfacial tension of oil against water by the ring method

- ASTM D 974 - Test method for neutralization number by color-indicator titration
- ASTM D 1014 - Method for conducting exterior exposure tests of paints on steel
- ASTM D 1218 - Test method for refractive index and refractive dispersion of hydrocarbon liquids
- ASTM D 1275 - Test method for corrosive sulfur in electrical insulation oils
- ASTM D 1298 - Test method for density, relative density (specific gravity) or API gravity of crude petroleum and liquid petroleum products by hydrometer method
- ASTM D 1500 - Test method for ASTM color of petroleum products (ASTM color scale)
- ASTM D 1533 - Test method for water in insulating liquids (Karl Fischer method)
- ASTM D 1535 - Method for specifying color by the Munsell system
- ASTM D 1735 - Practice for testing water resistence of coatings using water fog apparatus
- ASTM D 2000 - Classification system for rubber products in automotive applications
- ASTM D 2112 - Test method for oxidation stability of inhibited mineral insulating oil by rotating bomb
- ASTM D 2140 - Test method for carbon - Type composition of insulating oils of petroleum origin
- ASTM D 2240 - Test method for rubber property - Durometer hardness
- ASTM D 2668 - Test method for 2,6 - Ditertiary-butylpara-cresol and 2,6 - Ditertiary-butyl phenol in electrical insulating oil by infrared absorption
- ASTM D 3455 - Test method for compatibility of construction materials with electrical insulating oil of petroleum origin
- ASTM D 3487 - Specification for mineral insulating oil used in electrical apparatus
- ISO 2409 - Paints and varnishes - Cross-cut test
- ISO 2859 - Sampling procedures and tables for inspection by attributes
- ISO 3231 - Paints and varnishes - Determination of resistance to humid atmospheres containing sulphur dioxide
- SIS 055900 - Pictorial surface preparation standard for painting steel surfaces
- IEC 74 - Method for assessing the oxidation stability of insulating oils
- IEC 76 - Power transformers
- IEC 156 - Method for the determination of the electric strength of insulating oils
- IEC 247 - Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor and D.C. resistivity of insulating liquids
- CISPR-16 - Specification for radio interference measuring apparatus and measurement methods.

NOTAS:

1) Devem ser consideradas aplicáveis as últimas revisões das Normas listadas acima, em vigor na data da abertura da Licitação.
2) É permitida a utilização de normas de outras organizações desde que elas assegurem qualidade igual ou superior à assegurada pelas normas relacionadas acima e que não contrariem esta Especificação. Se forem adotadas, elas devem ser citadas nos documentos da proposta e, caso a Contratante julgue necessário, o proponente deve fornecer uma cópia.
3) Todos os documentos citados como referências devem estar à disposição do inspetor da Contratante no local da inspeção.

3 Definições

Para efeito desta Especificação são adotadas as definições da NBR 5458 e da ANSI C 57.12.80.

4 Condições gerais

4.1 Geral

Os transformadores devem atender às exigências constantes das últimas revisões da NBR 5356 e da NBR 5440, salvo quando explicitamente citado em contrário.

Os transformadores devem:

a) A ser fornecidos completos, com todos os componentes necessários ao seu perfeito funcionamento;
b) Ter todas as peças correspondentes intercambiáveis, quando de mesmas características nominais e fornecidas pelo mesmo fabricante;
c) Ter o mesmo projeto e ser essencialmente idênticos quando fizerem parte de um mesmo item do pedido de compra.

Os transformadores devem ser projetados de modo que as manutenções possam ser efetuadas pela Contratante ou em oficinas por ela qualificadas, sem o emprego de máquinas ou ferramentas especiais.

4.2 Garantia

1- O fornecedor deve dar garantia de 24 meses a partir da data de entrega no local indicado pelo Pedido de Compra ou 18 meses após a entrada em operação, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de projeto, material ou fabricação dos equipamentos ofertados.
2- Qualquer componente ou acessório substituído ou reparado dentro do prazo de garantia deve ter sua garantia renovada por um prazo mínimo de 12 meses após a nova entrada em operação. A placa de identificação do transformador deve ser substituída de forma a indicar a data de realização do reparo.
3- No caso de indisponibilidade por defeito, dentro do período de garantia, após a entrada em operação do equipamento, essa garantia deve ser estendida, aos componentes ou a todo o equipamento, por um período igual ao da indisponibilidade verificada.
   As extensões de garantia previstas em 2 e 3 acima não devem implicar em ônus para a Contratante.

4.3 Acondicionamento

1- Os transformadores devem ser acondicionados individualmente, em embalagens de madeira adequadas ao transporte ferroviário e/ou rodoviário, cujas bases devem ter, no mínimo, as dimensões da Figura 1.
2- As embalagens devem ser construídas de modo a possibilitar:
   a) Uso de empilhadeiras e carro hidráulico;
   b) Carga e descarga, através da alça de suspensão do transformador, com o uso de pontes rolantes;
   c) Transporte e/ou armazenamento superpostos de dois transformadores.

Além do exposto no item 2 acima, as embalagens devem ter:

a) Travas diagonais para evitar os movimentos laterais dos transformadores no transporte;
b) Topo nivelado de modo a permitir o perfeito empilhamento de outra embalagem sobreposta;
c) Suas laterais superiores dimensionadas para suportar, sem deformação, o peso de outra embalagem sobreposta.

A madeira empregada deve ter qualidade no mínimo igual à de pinho de segunda, com espessura mínima de 22 mm.

4.4 Numeração de série de fabricação

O número de série de fabricação deve ser puncionado nos seguintes pontos:

a) Na placa de identificação;
b) Em uma das orelhas de suspensão, preferencialmente a que fica à direita de um observador voltado para o lado de baixa tensão;
c) Na tampa do tanque;

d) Em uma das barras superiores de aperto do núcleo.

NOTA:

Alternativamente, no caso da barra de aperto, o número de série poderá ser pintado.

4.5 Numeração de patrimônio

1- Caso sejam solicitados pela Contratante os transformadores devem conter a numeração sequencial de patrimônio fornecida juntamente com o Pedido de Compra, posicionada da maneira indicada na Figura 2, com altura dos caracteres não inferior a 30mm.

2- A inscrição deve ser indelével, feita com tinta preta, notação MUNSELL N1, e resistir às condições de ambiente agressivo, durante a vida útil do equipamento.

3- O fornecedor deve enviar à Contratante, após a liberação dos equipamentos, uma relação individualizando o número de série de fabricação de cada transformador com o número de patrimônio correspondente.

4- No tanque do transformador, deverá ser pintado em tinta na cor preto (ED Piauí):

a) N° de série da placa: Altura da letra: 50 mm e Comprimento: Conforme numero do transformador

b) Potência do transformador: Altura da letra: 50 mm e Comprimento: 150 mm

c) Logotipo da ED Piauí: Altura da letra – 40 mm e comprimento máximo - 200mm

d) N° do elo fusível correspondente a potência: Altura da letra: 50 mm e Comprimento: 150 mm

Potência: monofásicas de 5 e 10 KVA e o de 15 KVA 3 Ø de 34,5 KV - 0,5 H
Potência: monofásicas de 15 KVA e o de 15 KVA 3 Ø de 13,8 KV – 1 H
Potência: monofásicas de 30 KVA 3 Ø de 13,8 KV – 2 H
Potência: monofásicas de 45 KVA 3 Ø de 13,8 KV – 3 H
Potência: monofásicas de 75 KVA 3 Ø de 13,8 KV – 5 H
Potência: monofásicas de 112,5 KVA 3 Ø de 13,8 KV – 6 K
Potência: monofásicas de 150 KVA 3 Ø de 13,8 KV – 8 K
Potência: monofásicas de 225 KVA 3 Ø de 13,8 KV – 10 K
Potência: monofásicas de 112,5 KVA 3 Ø de 34,5 KV – 5 H

5 Condições específicas

5.1 Geral

5.1.1 Os transformadores devem ser projetados para operar nas seguintes condições:

a) Sistema de distribuição com neutro comum multi-aterrado;
b) Instalação aérea;
c) Resfriamento natural (onan);
d) Frequência nominal 60 hz;
e) Polaridade subtrativa;
f) Deslocamento angular 30° (dyn1).

A massa total máxima de cada transformador não deve ser superior a 1500 daN.

5.2 Potências nominais

Os valores especificados das potências nominais dos transformadores são os seguintes:

- Transformadores trifásicos para redes aéreas: 15; 30; 45; 75; 112,5; 150; 225 e 300 kva para os transformadores com primários para sistemas de 13800 Volts;
- Transformadores trifásicos para redes aéreas: 15; 30; 45; 75 e 112,5 kva para os transformadores com primários para sistemas de 34500 Volts.

5.3 Relações de tensões

As tensões especificadas são as seguintes:

Tensão máxima do equipamento (kV eficaz)	Primário		Secundário	
	Tensão nominal (V)	Ligação	Tensão nominal (V)	Ligação
15	13800	Triângulo	380/220	Estrela com neutro acessível
15	13800	Triângulo	220/127	Estrela com neutro acessível
36	34500	Triângulo	380/220	Estrela com neutro acessível
36	34500	Triângulo	220/127	Estrela com neutro acessível

Derivações:

Tensão máxima do equipamento (kV eficaz)	Primário	Secundário
15 kV	13800/13200/12600/12000/11400 V	380/220 V ou 220/127 V conforme item 1.5
34 kV	34500 /33750 /33300 /32250 /31500 V	380/220 V ou 220/127 V conforme item 1.5

5.4 Operações em tensões diferentes da nominal

Os transformadores devem ser capazes de funcionar, com tensões diferentes da nominal, nas condições especificadas pela NBR-5356.

5.5 Níveis de isolamento

Os níveis de isolamento são os seguintes:

Tensão máxima do equipamento (kV eficaz)	Tensão suportável nominal sob 60 Hz, durante 1 minuto (kV eficaz)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV crista)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado (kV crista)
1,2	10	-	-
15	34	95	105

36	70	170	187

5.6 Perdas, corrente de excitação e impedância de curto-circuito dos transformadores trifásicos:

O fabricante deve garantir os seguintes valores:

Tensão máxima do equipamento (kV eficaz)	Potência nominal (kVA)	Corrente de excitação máxima Io (%)	Perdas em vazio máximas Po (W)	Perdas totais máximas Pt (W)	Impedância de curto circuito a 75°C (Z%)
15	15	5,0	120	460	3,5
15	30	4,3	200	770	3,5
15	45	3,9	260	1040	3,5
15	75	3,4	390	1530	3,5
15	112,5	3,1	520	2070	3,5
15	150	2,9	640	2550	3,5
15	225	2,6	900	3600	4,5
15	300	2,4	1120	4480	4,5
36	15	4,8	150	550	4,5
36	30	4,5	230	940	4,5
36	45	4,0	300	1250	4,5
36	75	3,4	440	1850	4,5
36	112,5	3,2	590	2500	4,5

5.7 Capacidade de suportar curto-circuito

5.7.1 Capacidade térmica

Os transformadores devem ser capazes de suportar, sem se danificarem, os efeitos térmicos causados por curto-circuito nos seus terminais secundários, com tensão nominal nos terminais primários, sob as seguintes condições:

a) Valor eficaz da corrente simétrica de curto-circuito igual a 25 vezes a corrente nominal do transformador;
b) Duração igual há 2 segundos.

5.7.2 Capacidade dinâmica

Os transformadores devem ser capazes de suportar, sem se danificarem, os efeitos dinâmicos causados, em seus terminais secundários, pelas correntes de curto-circuito simétricas dadas abaixo, nas condições estabelecidas nessa especificação e nas normas aplicáveis:

Tensão máxima do equipamento (kV eficaz)	Potência nominal	Corrente de curto circuito (em p.u da corrente nominal)
15	15, 30, 45, 75, 112,5 e 150 kVA	25 In
15	225 300 e 500 kVA	22,5 In
36	30, 45, 75 e 112,5 kVA	25 In

Onde: In - corrente nominal do transformador na derivação ensaiada

5.8 Elevação de temperatura

Os limites de elevação de temperatura acima da ambiente nas condições estabelecidas nessa especificação e nas normas aplicáveis devem ser:

a) Enrolamentos pelo método da variação da resistência: 55ºc;
b) Ponto mais quente dos enrolamentos: 65ºc;
c) Óleo isolante (medida próxima a superfície): 50ºc.

5.9 Nível de tensão de radio interferência

Os níveis de tensão de radio interferência produzidos pelos transformadores não devem ultrapassar os limites estabelecidos na tabela a seguir:

Tensão máxima do equipamento (kV eficaz)	Tensão aplicada no primário para verificação da TRI	TRI máximo em micro Volts
15	13800 Volts	250
36	34500 Volts	250

5.10 Nível de ruído

O nível de ruído produzido pelos transformadores não deve exceder os limites estabelecidos na Tabela a seguir:

Nível médio de ruído em dB	Potência nominal do transformador em kVA
48	0 – 50
51	51 -100
55	101-300

5.11 Expectativa de vida

A expectativa de vida para os transformadores, operando continuamente à potência nominal, a uma temperatura ambiente constante de 30ºC, é de 20 anos conforme ANSI C 57.91.

5.12 Tanque e tampa

1) O transformador deve ser projetado e construído para operar hermeticamente selado, devendo suportar variações de pressão interna, bem como o seu próprio peso, quando levantado. A tampa deve ser fixada ao tanque por meio de dispositivos adequados e imperdíveis quando da sua retirada do transformador.
2) A tampa, o corpo e o fundo do tanque devem ser construídos em chapa de aço, com as seguintes espessuras mínimas:

Potência P em kVA	Espessura – (mm)		
	Tanque	Tampa	Fundo
P 10	1,90	1,90	1,90
10 P 225	2,65	2,65	2,65
P = 300	3,15	3,15	3,15

3) Todas as aberturas existentes na tampa devem ser providas de ressaltos construídos de maneira a evitar acumulação e/ou penetração de água.
4) Deve ser assegurada a continuidade elétrica entre a tampa e o tanque.
5) Os transformadores devem ser fornecidos sem abertura para inspeção.

5.13 Suportes para fixação em poste

1) Em número de dois, devem ser soldados no tanque, conforme Figura 3. Devem ter formato e dimensões conforme Figura 5, e espessura tal que suportem perfeitamente o peso do transformador quando instalado.
2) Os transformadores de 225 e 300 kVA devem possuir estrutura mínima requerida para reforço, conforme Figura 4.
3) As abas laterais, ou eventuais reforços, dos suportes não devem ser coincidentes com o eixo vertical das buchas X0 e X3 nos transformadores trifásicos. Para isso, observar as cota na Figura 3.
4) Os suportes devem ser ensaiados conforme descrito nessa especificação (ver seção 6.2.8).

5.14 Orelhas de suspensão

Em número de duas, devem ser soldadas no tanque, conforme Figura 3, de maneira que o cabo de aço utilizado na suspensão não atinja as bordas da tampa e ter

resistência, dimensões e formato que permitam o içamento e a locomoção do transformador sem lhe causar outros danos, inclusive na pintura e nas buchas. As orelhas devem ser isentas de rebarbas.

5.15 Estrutura de apoio

A parte inferior do tanque deve ter uma estrutura que assegure uma distância mínima de 10 mm entre a chapa do fundo e o plano de apoio do transformador.

A estrutura deve consistir de barras de ferro chatas ou quadradas, soldadas à chapa do fundo ou do prolongamento de toda a superfície lateral do tanque desde que não sejam criadas quinas vivas ou cutelos que acarretem o afundamento do transformador quando transportado, sem a embalagem, sobre pisos de madeira.

5.16 Sistema de resfriamento

5.16.1 Para os dispositivos de resfriamento, devem ser observadas as seguintes espessuras mínimas:

a) Para dispositivos com óleo em seu interior:
- radiadores: 1,2 mm;
- tubos: 1,6 mm;

b) Para dispositivos sem óleo em seu interior (por exemplo, aletas): 1,2 mm.

5.16.2 Não é permitida a instalação de conservador de líquido isolante no transformador.

5.17 Proteção contra corrosão

5.17.1 Preparação das superfícies interna e externa

Logo após a fabricação do tanque, as impurezas devem ser removidas através de processo químico adequado ou jateamento abrasivo ao metal quase branco, padrão visual Sa 2,5 da Norma SIS 05 59 00

5.17.2 Pintura

5.17.2.1 Geral

A pintura deve suportar os ensaios prescritos nas seções 6.2.3 e 6.3.3.

5.17.2.2 Pintura interna

Deve ser aplicada base antiferruginosa com espessura mínima seca total de 30 m.

5.17.2.3 Pintura externa

Deve ser aplicada base antiferruginosa com espessura mínima seca total de 40 μm. Deve ser aplicada tinta de acabamento compatível com a base utilizada, na cor cinza-claro, notação MUNSELL N 6.5, com espessura mínima seca total de 40 μm.

5.18 Ferragens

1) Os parafusos, arruelas e porcas externas fabricados em aço carbono devem ser zincados por imersão a quente, de acordo com a NBR-6323 ou a ASTM A 153.
2) A massa de zinco por unidade de área e a espessura equivalente do revestimento de zinco devem estar de acordo com a tabela a seguir:

Produto		Massa mínima por unidade de área g/m²		Espessura mínima equivalente do revestimento µm	
		Individual	Média	Individual	Média
Laminados forjados e prensados: espessura (mm):					
Mínima	Máxima				
	1	300	350	43	50
1	3	350	400	50	57
3	6	450	500	64	72
6	6	530	600	74	86
Parafusos, porcas e similares					
diâmetro ≥ 9,5 mm		305	380	43	54
diâmetro < 9,5 mm		260	305	37	43

3) Alternativamente, as ferragens podem ser fornecidas em aço inoxidável. Nesse caso, o revestimento de zinco das peças está dispensado.

5.19 Juntas de vedação

1) Deve ser de elastômero à prova de óleo mineral isolante, possuir temperatura compatível com a classe do material isolante do transformador e resistente à ação dos raios solares. Devem atender aos requisitos da referência 4BK608E34Z1Z2, conforme EB 362 e/ou ASTM D 2000. O significado dos sufixos Z1 e Z2 é o seguinte:
   Z1 = cor preta;
   Z2 = após permanência de 24 horas em estufa a 100ºC, o material não deve apresentar afloramento.
2) Para as juntas de vedação das buchas, admite-se uma dureza de (65 + 5) Shore A, conforme NBR-5435 e NBR-5437.

5.20 Parte ativa

5.20.1 Núcleo

O núcleo dos transformadores cobertos por essa especificação deve ser do tipo empilhado, não sendo aceitos núcleos do tipo enrolado.
O núcleo deve ser projetado e construído de modo a permitir o seu reaproveitamento em caso de manutenções, sem necessidade de emprego de máquinas ou ferramentas especiais.
O núcleo e suas ferragens de fixação devem ser conectados ao tanque do transformador para fins de aterramento.

5.20.2 Enrolamentos

Podem ser construídos em cobre ou alumínio e devem atender as exigências citadas na seção 5.7.

5.20.3 Fixação e suspensão

1) A parte ativa deve ser fixada nas paredes internas do tanque através de dispositivos laterais que não dificultem sua retirada e sua recolocação no tanque. Devem também permitir a retirada da tampa sem necessidade de remoção da parte ativa.
2) A fixação deve ser obtida por meio de parafusos ou tirante rosqueados, equipados com porca e contraporca ou porca, arruela de pressão e arruela lisa. As arruelas podem ser substituídas por travamento químico.
3) Os parafusos ou tirantes não devem ser puncionados na rosca.
4) Os olhais para suspensão da parte ativa devem ser em número de dois ou mais, com diâmetro mínimo de 20 mm e estar localizados na parte superior do núcleo, de modo a manter o conjunto na vertical e a não danificar as chapas de aço silício durante a suspensão. É permitido que o olhal de suspensão seja o mesmo para fixação da parte ativa ao tanque desde que não haja interferência entre as funções.

5.21 Buchas e terminais de alta tensão

1) As buchas de alta tensão devem ser de porcelana e estar localizadas conforme indicado na Figura 3.
2) As buchas de alta tensão para os transformadores com primário em 13800 V da Eletrobras Distribuição Piauí e Alagoas deverão ter isolamento para 25000 V.
3) As buchas e terminais do enrolamento de alta tensão para todas as demais empresas devem estar de acordo com a NBR 5034 e NBR 5435,
4) Serão aceitos buchas e terminais diferentes dos indicados nas seções anteriores, desde que:
   a) sejam perfeitamente intercambiáveis com as buchas e terminais especificados na seção 5.21.2 e sua substituição não impliquem em modificações e adaptações na tampa;
   b) o terminal tenha furação compatível com o especificado na seção 5.21.2;
   c) as buchas e terminais atendam, no mínimo, às características elétricas e dielétricas indicadas nas Normas NBR 5034 e NBR 5435.

NOTA:

No caso das buchas e terminais diferirem das Normas NBR 5034 e NBR 5435, após a emissão do Pedido de Compra, um desenho detalhado da bucha deve ser submetido à aprovação da Contratante.

5) Todos os terminais devem ser estanhados.

5.22 Buchas desconectáveis de alta tensão

Não são aplicáveis aos transformadores cobertos por essa Especificação.

5.23 Buchas e terminais de baixa tensão

1) As buchas e terminais do enrolamento de baixa tensão devem estar de acordo com a NBR 5034 e NBR 5437. As buchas devem ser fixadas na parede lateral do tanque, conforme Figura 3.
2) Os transformadores devem ser equipados com as seguintes buchas e terminais de baixa tensão:
   a) transformadores trifásicos até 45 kVA: 1,3 kV/160 A - T2;
   b) transformadores trifásicos de 75 kVA, 112,5 kVA e 150 kVA: 1,3 kV/400 A - T2;
   c) transformadores trifásicos de 225 kVA e 300 kVA: 1,3 kV/800 A - T3.
3) Serão aceitos buchas e terminais diferentes dos indicados na seção 5.23.2, desde que:
   a) sejam perfeitamente intercambiáveis com as buchas e terminais especificados na seção 5.21.2 e sua substituição não impliquem em modificações e adaptações na tampa;
   b) o terminal tenha furação compatível com o indicado na seção 5.23.2;

c) as buchas e os terminais atendam, no mínimo, as características elétricas e dielétricas indicadas nas 6 páginas da Figura 7.

NOTA: No caso das buchas e terminais diferirem da Figura 7, um desenho detalhado da bucha deve ser apresentado à Contratante, para aprovação, após a emissão do Pedido de Compra.

5.24 Numeração dos terminais e derivações

Os terminais externos devem ser marcados indelevelmente com tinta preta notação MUNSELL N1, com altura dos caracteres não inferior a 30 mm, conforme Figura 3.

A marcação dos terminais dos enrolamentos deve ser feita conforme a Figura 14.

5.25 Dispositivos de aterramento

O transformador deve ser equipado com um conector para ligação de condutores de cobre ou alumínio de diâmetros 3,2 mm a 10,5 mm, conforme Figura 6. Ele deve ser localizado na parte lateral mais próxima de XO, conforme Figura 3.

5.26 Dispositivo para fixação de para-raios

Os transformadores devem possuir um suporte para fixação de para-raios, por fase, soldado no tanque, equipado com parafuso, porca e arruelas, conforme as Figuras 8 e 9.

O suporte deve ser posicionado na área indicada não devendo interferir no processo de içamento do transformador.

5.27 Indicação interna do nível do óleo mineral isolante

Os transformadores devem ter uma linha indelével indicativa do nível mínimo de óleo mineral isolante a 25ºC, pintada em cor contrastante com a pintura interna, localizada acima dos terminais de baixa tensão na parte interna do tanque, de maneira que seja bem visível retirando-se a tampa do tanque.

5.28 Óleo mineral isolante

Os transformadores devem ser fornecidos com óleo mineral isolante, parafínico ou naftênico, de acordo com os requisitos das Tabelas 3 ou 4.

5.29 Placa de identificação

1) Deve estar de acordo com a Figura 10.
2) Deve ser de alumínio anodizado com espessura de 0,8 mm ou aço inoxidável com espessura de 0,5 mm, devendo ser localizada conforme Figura 3, de modo a permitir a leitura dos dados com o transformador instalado.
3) Deve ser fixada, através de rebites de material resistente à corrosão, a um suporte com base que impeça a deformação da mesma, soldado ao tanque ou nos radiadores, exceto quando os radiadores forem em chapa.
4) Deve ser também observado um afastamento de no mínimo 20 mm entre o corpo do transformador e qualquer parte da chapa.
5) Em alternativa, a placa de identificação pode ser conforme Figura 11 e localizada conforme Figura 3, mantidas as outras exigências de 5.29.1.

5.30 Dispositivo automático para alívio de pressão interna

1) O transformador deve ser equipado com uma válvula de alívio de pressão, devendo ser posicionada de forma a não interferir com o manuseio dos suportes de fixação em poste, das orelhas de suspensão e do suporte para fixação de pára-raios.
2) A válvula deverá possuir, no mínimo, os seguintes requisitos, de acordo com a norma ANSI C.57.12.20:
   a) Pressão de alívio de 69 kpa ± 20 %;
   b) Pressão de vedação de 55,2 kpa ± 20 %;
   c) Taxa de vazão de 9,91 x 10^5 cm^3/min (35 standard cubic feet per minute), a 103,5 kpa, a 21,1ºc;
   d) Taxa de admissão de ar de 55,2 kpa ± 20% a - 55,2 kpa, igual a zero;
   e) Temperatura de operação de -29ºc a 105ºc.
3) Além disso, a válvula deve possuir também as seguintes características:
   a) Orifício de admissão de ¼ (6,4mm) - 18 NPT;

b) Corpo hexagonal de latão de 16 mm, dimensionado para suportar uma força longitudinal de 45 kg;
c) Disco externo de vedação para impedir, de forma permanente, a entrada de poeira, umidade e insetos;
d) Anel externo de aço inoxidável, com diâmetro interno mínimo de 21 mm, para acionamento manual, dimensionado para suportar uma força mínima de puxamento de 11 kg;
e) Anéis de vedação e gaxetas internas compatíveis com a classe de temperatura do material isolante do transformador;
f) Partes externas resistentes à umidade e à corrosão.

4) A válvula deve ser posicionada acima do nível do óleo, observada a condição de carga máxima de emergência do transformador de 200%, não devendo, em nenhuma hipótese, dar vazão ao óleo expandido.
5) Para orientação, consultar a Figura 13.

6 Inspeção

6.1 Geral

1) A inspeção compreende a execução de verificações e ensaios durante a fabricação e, por ocasião do recebimento, inclui a realização dos ensaios de rotina, de tipo e especiais. Os ensaios de tipo e especiais serão executados, se for o caso, quando exigidos pela Contratante no Pedido de Compra.
2) O lote para inspeção compreende todas as unidades de mesma potência fornecidas de uma só vez.
3) A inspeção durante a fabricação e os respectivos ensaios, a cargo do fabricante, deve ser efetuada de acordo com as normas da ABNT ou com normas internacionais para as matérias-primas básicas e componentes, podendo o inspetor da Contratante exigir certificados de procedência das matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
4) Se exigidos, os ensaios de tipo e especiais devem atender aos seguintes requisitos:
    a) ser realizados em laboratório de instituição oficial ou no laboratório do fornecedor desde que, nesse último caso, tenha sido previamente homologado pela Contratante;
    b) ser aplicados, em qualquer hipótese, em amostras escolhidas aleatoriamente e retiradas da linha normal de produção pelo inspetor da Contratante ou por seu representante legal;
    c) ser acompanhados, em qualquer hipótese, pelo inspetor da Contratante ou por seu representante legal.
5) De comum acordo com a Contratante, o fornecedor poderá substituir a execução de qualquer ensaio de tipo e/ou especial pelo fornecimento do relatório do mesmo ensaio, executado em material idêntico ao ofertado e que tenha sido acompanhado por inspetor da Contratante.
6) A Contratante se reserva o direito de efetuar os ensaios de tipo e especiais para verificar a conformidade do material com os relatórios de ensaio exigidos com a proposta.
7) O fornecedor deve dispor de pessoal e aparelhagem, própria ou contratada, necessária à execução dos ensaios (em caso de contratação, deve haver aprovação prévia da Contratante).
8) A Contratante se reserva o direito de enviar inspetor devidamente credenciado, com o objetivo de acompanhar qualquer etapa de fabricação e, em especial, presenciar os ensaios, devendo o fornecedor garantir ao inspetor da Contratante livre acesso a laboratórios e a locais de fabricação e de acondicionamento.
9) O fornecedor deve assegurar ao inspetor da Contratante o direito de se familiarizar, em detalhe, com as instalações e os equipamentos a ser utilizado, estudar as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar os ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar nova inspeção e exigir a repetição de qualquer ensaio.
10) O fornecedor deve informar à Contratante, com antecedência mínima de 10 dias úteis para fornecimento nacional e de 30 dias para fornecimento internacional, a data em que o material estará pronto para inspeção.

11) O fornecedor deve apresentar, ao inspetor da Contratante, certificados de aferição dos instrumentos de seu laboratório ou do contratado a serem utilizados na inspeção, medições e ensaios do material ofertado, emitidos por órgão homologado pelo INMETRO - Instituto Brasileiro de Normalização, Metrologia e Qualidade Industrial, ou por organização oficial similar em outros países. A periodicidade máxima dessa aferição deve ser de um ano, podendo acarretar a desqualificação do laboratório o não-cumprimento dessa exigência. Períodos diferentes do especificado poderão ser aceitos, mediante acordo prévio entre a Contratante e o fornecedor.
12) Todas as normas, especificações e desenhos citados como referência devem estar à disposição do inspetor da Contratante, no local da inspeção.
13) Os subfornecedores devem ser cadastrados pelo fornecedor sendo este o único responsável pelo controle daqueles, devendo ser assegurado a Contratante o acesso à documentação de avaliação técnica referente a esse cadastro.
14) A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
    a) não eximem o fornecedor da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta Especificação e/ou com o Pedido de Compra;
    b) não invalidam qualquer reclamação posterior da Contratante a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.
15) Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fornecedor e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fornecedor.
16) A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fornecedor de cumprir as datas de entrega prometidas. Se, na opinião da Contratante, a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas previstas, ou se tornar evidente que o fornecedor não será capaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta Especificação, a Contratante se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e de obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fornecedor será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.
17) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fornecedor, sem ônus para a Contratante. Tais unidades correspondem aos valores apresentados na coluna "Ac" das Tabelas 1 e 2.
18) O custo dos ensaios deve ser por conta do fornecedor.
19) A Contratante se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados.
20) Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade:
    a) da Contratante, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção;
    b) do fornecedor, em caso contrário.
21) Caso seja constatada a alteração do projeto do transformador sem prévio aviso e concordância da Contratante, será exigida a repetição dos ensaios de tipo e especiais, sem ônus para a Contratante, na presença do inspetor da Contratante.
22) Os custos da visita do inspetor da Contratante (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativo) correrão por conta do fornecedor nos seguintes casos:
    a) Se o material estiver incompleto na data indicada na solicitação de inspeção;
    b) Se o laboratório de ensaio não atender às exigências de 6.1. Itens 6, 10 e 11;

c) Se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sede do fornecedor;
d) Devido à reinspeção do material por motivo de recusa nos ensaios.

6.2 Ensaios de rotina

6.2.1 Inspeção geral

a) Deve ser executada no número de unidades indicado na Tabela 2 e consiste em:
b) Verificação das características dimensionais, e dos componentes;
c) Inspeção visual, com abertura dos transformadores e levantamento da parte ativa;
NOTA: Caso haja acompanhamento de fabricação por parte da Contratante, a inspeção visual da parte ativa dos transformadores pode ser realizada durante a fabricação, a critério do inspetor.
d) Verificação das condições da embalagem que devem estar de acordo com a seção 4.3.

6.2.2 Ensaios elétricos

a) O fornecedor deve executar os ensaios abaixo relacionados, em todas as unidades do lote, conforme a ABNT NBR 5356 ou a IEC 76 e apresentar os resultados ao inspetor da Contratante, antes da inspeção:
- Perdas em vazio e corrente de excitação;
- Perdas em carga e impedância de curto-circuito;
- Relação de tensões com verificação de deslocamento angular e sequência de fases (transformadores trifásicos);
- Resistência de isolamento;
- Resistência elétrica dos enrolamentos.

b) Os ensaios dielétricos abaixo relacionados devem ser executados conforme a ABNT NBR 5356 ou a IEC 76 em todas as unidades do lote, na presença do inspetor da Contratante:
- Tensão suportável nominal à frequência industrial (tensão aplicada);
- Tensão induzida.

c) Os ensaios da seção 6.2.2.1 devem ser repetidos na presença do inspetor em um número de amostras de acordo com a Tabela 1 e os resultados confrontados com aqueles previamente obtidos pelo fabricante.
d) As tolerâncias nos resultados dos ensaios letra "**a**" acima são as seguintes:
- Perdas em vazio: 10% do valor garantido, porém, a média dos valores verificados no lote não pode ser superior ao valor garantido;
- Perdas totais: 6% do valor garantido, porém, a média dos valores verificados no lote não pode ser superior ao valor garantido;
- Corrente de excitação: 20% do valor garantido, porém, a média dos valores verificados no lote não pode ser superior ao valor garantido;
- Tensão de curto-circuito: + 7,5% do valor garantido;
- Relação de tensões: + 0,5%.

6.2.3 Ensaios da pintura

6.2.3.1 Ensaio de aderência

Deve ser efetuado de acordo com a NBR 11003 e/ou ISO 2409 diretamente no transformador, devendo ser alcançado, no mínimo, o grau GR1. O número de transformadores a serem ensaiados, escolhidos aleatoriamente pelo inspetor da Contratante, deve estar de acordo com a Tabela 2.

6.2.3.2 Espessura da película

Deve ser efetuado de acordo com a ASTM E 376.
O número de transformadores a serem ensaiados, escolhidos aleatoriamente pelo inspetor da Contratante, deve estar de acordo com a Tabela 2.

6.2.4 Ensaio de revestimento de zinco por imersão a quente

Deve ser efetuado de acordo com a NBR 7399 e a NBR 7400, em um número de amostras conforme a Tabela 2, nas ferragens utilizadas nos transformadores.

6.2.5 Ensaios do óleo isolante

1) Antes da inspeção de cada lote, o fornecedor deve entregar ao inspetor da Contratante um relatório técnico contendo as seguintes informações:
   a) Classificação do petróleo que lhe deu origem (parafínico ou naftênico), procedência e processo de refino;
   b) Resultado de todos os ensaios indicados nas tabelas 3 e 4, realizados por laboratórios governamentais, credenciados pelo governo do país de origem ou por entidades reconhecidas internacionalmente. Devem estar de acordo com os valores indicados nas mesmas tabelas 3 e 4.
   NOTA: Caso o fabricante não apresente esse relatório, todos os ensaios indicados nas Tabelas 3 e 4 devem ser realizados em uma amostra retirada do lote, devendo a inspeção ser executada somente após a análise dos resultados dos ensaios.
2) Em um número de unidades, escolhidas aleatoriamente pelo inspetor da Contratante, conforme a Tabela 2 deve ser retirada amostras do óleo isolante para a realização dos ensaios de densidade a 20/4ºC, ponto de fulgor, número de neutralização, tensão interfacial a 25ºC, ponto de anilina, fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 100ºC e a 90ºC e rigidez dielétrica.

6.2.6 Ensaio de dureza nas juntas de vedação

Deve ser realizado conforme a NBR 7318 ou a ASTM D 2240, em um número de corpos-de-prova conforme a Tabela 2. Os valores obtidos devem atender ao especificado na seção 5.19.

6.2.7 Ensaio de estanqueidade

Deve ser efetuado em todas as unidades do lote, após os ensaios elétricos, na presença do inspetor da Contratante, com o transformador completamente montado, com óleo isolante em seu nível normal e todos os acessórios. O transformador deve suportar uma pressão manométrica de 0,07 MPa durante uma hora, sem apresentar vazamento.

NOTAS:

1) Caso o fornecedor realize esse ensaio em todas as unidades, antes dos ensaios elétricos, ele pode, a critério do inspetor, ser realizado novamente após os ensaios elétricos, em um número de unidades conforme a Tabela 2.
2) Caso o fornecedor adote outra metodologia de ensaio, o método deve ser submetido à Contratante para aprovação.

6.2.8 Ensaio de verificação de resistência dos suportes para fixação em poste

Os suportes para fixação em poste devem ser ensaiados conforme mostrado no Anexo F.

6.2.9 Ensaio da válvula de alívio de pressão interna

1) Deve ser executado na amostra apresentada na Tabela 2, constituída por unidades escolhidas aleatoriamente do lote sob inspeção pelo inspetor da Contratante.
2) Devem ser verificadas as seguintes características nominais, conforme 5.30.2, podendo a válvula ser ensaiada separadamente do transformador:
   a) Pressão de alívio;
   b) Pressão de vedação;
   c) Taxas de vazão.

6.3 Ensaios de tipo

Para cada um dos ensaios seguintes, executados de acordo com a ABNT NBR 5356 e/ou IEC 76, o inspetor da Contratante deve escolher aleatoriamente uma unidade de cada potência do primeiro lote do Pedido DE COMPRA.

Para os ensaios constantes da seção 6.3.3 devem ser preparados, a critério do inspetor da Contratante, tantos corpos-de-prova quantos forem necessários, com o mesmo tratamento de chapa, esquema e espessura da pintura externa (seções 6.3.3.1 a 6.3.3.6) e interna (seções 6.3.3.5 e 6.3.3.6) dos transformadores, com dimensões aproximadas de 150 mm x 100 mm x 1,2 mm.
Para os ensaios das seções 6.3.4 e 6.3.5 o inspetor da Contratante deve receber amostras, em quantidade que ficará a seu critério, das ferragens que serão utilizadas nos transformadores.

6.3.1 Ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico

Deve ser executado conforme a ABNT NBR 5356 ou a IEC 76.

6.3.2 Ensaio de elevação de temperatura

1) Deve ser executado para determinação da elevação de temperatura dos enrolamentos pelo método da variação da resistência e da elevação da temperatura do topo do óleo, em relação à temperatura ambiente.
2) Deve ser realizado alimentando-se o transformador que apresentar as maiores perdas totais do lote, de forma a se obter as seguintes perdas totais (WTE):
   WTE = Wcc75 + Wo1
   Onde:
   a) WTE = perdas totais a serem aplicadas durante o ensaio de elevação de temperatura;
   b) Wcc75 = perdas em curto-circuito com 100% da tensão nominal (Un);
   c) Wo1 = perda em vazio com 105% de Un.
3) A determinação da resistência ôhmica no instante do desligamento deve ser feita, preferencialmente, conforme o Anexo B.
4) NOTA: Se em lotes subsequentes do mesmo Pedido de Compra forem encontrados transformadores de mesmas características, com perdas totais superiores às do transformador anteriormente submetido ao ensaio de elevação de temperatura, esse ensaio deve ser repetido, sem ônus para a Contratante, no transformador de maiores perdas totais.

6.3.3 Ensaios da pintura

6.3.3.1 Exposição ao dióxido de enxofre

Devem ser executados 6 ciclos com atmosfera 2,0S de acordo com a NBR 8096, porém, sem o corte na pintura, ou conforme a ISO 3231.

O corpo-de-prova, após o ensaio, não deve apresentar perda de aderência, bolhas, ferrugem, mudança de cor ou defeitos similares.

6.3.3.2 Umidade a 40ºC

O corpo-de-prova deve ser colocado verticalmente numa câmara com umidade relativa de 100% e temperatura ambiente de (40 + 1)ºC. Após 240 horas de exposição contínua não deve ocorrer empolamentos ou defeitos similares.

6.3.3.3 Impermeabilidade

O corpo-de-prova deve ter 1/3 de sua área imersa em água destilada à (37,8 ºC + 1ºC). Após 72 horas de exposição contínua não deve haver empolamento ou defeitos similares.

6.3.3.4 Névoa salina

Com uma lâmina cortante, romper o filme até a base, de tal forma que fique traçado um "X" sobre o painel.

O corpo-de-prova deve resistir a 120 horas de exposição contínua ao ensaio de névoa salina (solução a 5% de NaCl em água), devendo ser mantido em posição vertical com a face rompida voltada para o atomizador. Após o ensaio não deve haver empolamento ou defeito similar, e a penetração máxima sob os cortes traçados não deve exceder 4 mm.

6.3.3.5 Resistência da pintura interna ao óleo isolante

Deve ser realizado conforme a NBR 6529. O corpo-de-prova deve ser imerso em óleo isolante a uma temperatura de (110 + 2)ºC, durante 48 horas, sem alterações.

6.3.3.6 Compatibilidade da pintura interna com o óleo isolante

Deve ser realizado conforme a ASTM D 3455. A área pintada do corpo-de-prova a ser colocado em 1 litro de óleo é dada por:

$$Acp = 4 * \frac{At}{Vt}$$

Onde:

Acp = área do corpo-de-prova a ser colocado em 1 litro de óleo, em m²;

At = superfície interna do transformador em contato com o óleo isolante, em m²;

Vt = volume de óleo do transformador em litros.

A área do corpo-de-prova para verificação do esquema de pintura interna do radiador é calculada pela expressão acima, substituindo-se transformador por radiador.

Após o ensaio, as propriedades do óleo no qual foram colocados os corpos-de-prova devem ser as seguintes:

a) Tensão interfacial a 25ºc (mínimo): 0,034 N/m;
b) Índice de neutralização (máxima variação): 0,03 mg KOH/g;
c) Rigidez dielétrica (mínimo): 25,8 kv/2,54 mm;
d) Fator de potência a 100ºc (máximo): 1,6%;
e) Cor (máxima variação): 0,5.

6.3.4 Ensaios do revestimento de zinco por imersão a quente

O inspetor da Contratante deve receber amostras, em quantidade que ficará a seu critério, das ferragens que serão utilizadas nos transformadores e que devem ser submetidas aos seguintes ensaios:

a) Exposição ao dióxido de enxofre, conforme a seção 6.3.3.1;
b) Névoa salina, conforme a seção 6.3.3.4.

6.3.5 Ensaio de resistência ao óleo isolante das juntas de vedação

1) Devem ser preparados, a critério do inspetor da Contratante, tantos corpos-de-prova quantos forem necessários, para execução deste ensaio.
2) Os corpos-de-prova devem ser imersos em óleo isolante a 100ºC durante 70 horas, conforme a NBR 11407 e/ou ASTM D 471. Após o ensaio, são admitidas as seguintes variações em relação ao valor obtido antes do ensaio:
   - Variação da dureza: (- 10 a + 5) Shore A;
   - Variação de volume: (0 a + 25%).
3) Para os materiais cujos formatos e dimensões não permitam a retirada de corpos-de-prova conforme as normas citadas, o ensaio deve ser realizado com corpos-de-prova de qualquer formato, sendo a variação de volume determinada pelo processo hidrostático.

6.3.6 Ensaio de nível de tensão de radio interferência

Este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7875 e a NBR 7876.

6.3.7 Ensaio de medição do nível de ruído audível

Este ensaio deve ser realizado conforme previsto na ABNT NBR 5356.

6.4 Ensaios especiais

6.4.1 Ensaio de curto-circuito

Para os ensaios abaixo, executados de acordo com a ABNT NBR 5356 ou a IEC 76, o inspetor escolherá aleatoriamente uma unidade de cada potência do primeiro lote do Pedido de Compra.

6.4.1.1 Capacidade dinâmica de suportar curto-circuito

a) Condições de ensaio:

O ensaio de curto-circuito deve ser executado alimentando-se o transformador pelo enrolamento de alta tensão e efetuando-se o curto-circuito no enrolamento de baixa tensão, 0,5 s após a energização do transformador. Antes da aplicação do curto-circuito, a tensão nos terminais de alta tensão deve estar compreendida entre 100% e115% da tensão nominal;

b) Corrente de ensaio:
A corrente de ensaio deve ser ajustada por meio de resistência e reatância inseridas no secundário do transformador, de maneira que a relação X/R do circuito seja igual a o transformador. O valor simétrico dessa corrente é dado em 5.7.2. O ângulo de fechamento deve ser ajustado de maneira que a corrente de crista esteja dentro da tolerância prevista na NBR 5380;

c) Número de aplicações:
Devem ser feitas tantas aplicações consecutivas quantas forem necessárias, de modo que cada fase seja submetida a 3 aplicações com o valor de corrente conforme a seção 6.4.1.1b;

d) Duração de cada aplicação:
A duração de cada conjunto de 3 aplicações por fase é:

- Duas aplicações com duração de 0,25 s ou o tempo necessário para o desaparecimento da componente contínua da corrente de ensaio, prevalecendo o que for maior;
- Uma aplicação de longa duração com tempo t mínimo, dado por:

$$t = \frac{1250}{im^2}, \quad \text{para im} = 25 \text{ x In}$$

$$t = \frac{1013}{im^2}, \quad \text{para im} = 22{,}5 \text{ x In}$$

$$t = \frac{1250800}{im^2}, \quad \text{para im} = 20 \text{ x In}$$

Onde: t = duração em segundos;
Im = corrente simétrica de curto-circuito em múltiplos da corrente nominal;
In = corrente nominal.

e) critério para avaliação do ensaio:
O critério para avaliação desse ensaio é o especificado na NBR 5356 ou na IEC 76.

6.4.1.2 Capacidade térmica de suportar curto-circuito

O fornecedor deve enviar para cada ensaio de curto-circuito, a memória de cálculo referente à máxima temperatura média atingida pelo enrolamento após um curto-circuito de 2 segundos, com o valor de corrente indicado na seção 5.7.1.

6.5 Aceitação e rejeição

O critério para aceitação e rejeição do ensaio de inspeção geral é o estabelecido na Tabela 2.

Serão rejeitados os transformadores que não suportarem os ensaios de tensão suportável nominal à frequência industrial, tensão induzida ou estanqueidade.

Todo o lote será recusado se as médias dos valores de perdas em vazio, perdas totais e corrente de excitação forem superiores aos valores garantidos, declarados pelo fornecedor na sua proposta e constantes do Pedido DE COMPRA.

O critério de aceitação dos ensaios elétricos citados na seção 6.2.2. é o estabelecido na Tabela 1.

Serão rejeitadas as unidades que apresentarem valores fora das tolerâncias estabelecidas no item 6.2.2 letra “**a**”.

O tratamento da chapa e o esquema da pintura serão recusados se qualquer um dos corpos-de-prova não suportar qualquer um dos ensaios constantes das seções 6.3.3.1 a 6.3.3.6. Caso os transformadores já estejam pintados, todo o lote será recusado.
Nesse caso, novos corpos-de-prova devem ser apresentados ao inspetor da Contratante, com novo tratamento de chapa e esquema de pintura a serem utilizados nos transformadores, e ser submetidos aos mesmos ensaios.
Ocorrendo nova falha, novos corpos-de-prova devem ser providenciados até que se alcancem o tratamento e o esquema de pintura satisfatória.
O critério para aceitação e rejeição dos ensaios de aderência e espessura é o estabelecido pela Tabela 2. Serão rejeitados, também, transformadores que apresentarem pintura com empolamento, escorrimento e cor diferente da especificada.
NOTA: Aprovado o lote, as unidades rejeitadas devem ser pintadas e submetidas novamente aos ensaios de pintura. O fornecedor deve restaurar a pintura de todas as unidades ensaiadas.
O critério para aceitação e rejeição do ensaio do revestimento de zinco é o estabelecido na Tabela 2.
O critério para aceitação e rejeição do óleo isolante é o estabelecido na Tabela 2. Os resultados devem estar de acordo com a Tabela 3 ou 4 para óleos após contato com o equipamento.
O critério para aceitação e rejeição do ensaio de dureza das juntas de vedação é o estabelecido na Tabela 2.

- Caso o transformador submetido ao ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico apresente evidência de falha ou descarga disruptiva, duas outras unidades devem ser submetidas a novos ensaios, sem ônus para a Contratante. Ocorrendo nova falha em qualquer uma das unidades, todo o lote será rejeitado.

Se os resultados do ensaio de elevação de temperatura forem superiores aos estabelecidos em 5.8, o ensaio deve ser repetido na mesma unidade. Persistindo valores superiores aos permitidos, todo o lote será recusado.
Caso o transformador não suporte as solicitações elétricas, térmicas e dinâmicas do ensaio de curto-circuito, segundo os critérios estabelecidos na seção 6.4.1, todo o lote será recusado.

6.6 Relatórios dos ensaios

6.6.1 O relatório dos ensaios de rotina deve ser constituído no mínimo de:

a) Número do Pedido de Compra e quantidade dos transformadores do lote;
b) Identificação (dados de placa) e valores garantidos pelo fornecedor;
c) Resultados dos ensaios que têm valores garantidos e os respectivos valores máximos, médios e mínimos verificados no lote;
d) Resultados dos ensaios da pintura;
e) Resultados dos ensaios das peças zincadas;
f) Resultados dos ensaios dielétricos e de relação de tensão;
g) Resultados dos ensaios do óleo mineral isolante;
h) Resultados dos ensaios das juntas de vedação;
i) Datas de início e término dos ensaios;
j) Nomes legíveis e assinaturas do representante do fabricante e do inspetor da Contratante.

Nota:
O lote, devidamente embalado e marcado, somente será liberado pelo inspetor da Contratante após o recebimento de uma via do relatório de ensaio.

6.6.2 O relatório do ensaio de elevação de temperatura deve conter no mínimo, as seguintes informações:

a) Identificação do transformador ensaiado;
b) Perdas em vazio com 100% e 105% da tensão nominal;
c) Perdas em carga em todas as derivações;

d) Perdas aplicadas ao transformador para determinação da elevação de temperatura do topo do óleo;
e) Resistência ôhmica dos enrolamentos e a respectiva temperatura, antes do ensaio;
f) Leituras de resistência ôhmica e do tempo após o desligamento além da temperatura ambiente, para cada desligamento do transformador;
g) Metodologia de cálculo adotada para determinação da resistência no instante do desligamento (gráfica, conforme a nbr 5380, ou estatística, conforme anexo b);
h) Elevação de temperatura do topo do óleo e dos enrolamentos;
i) Outros dados que o inspetor da contratante julgar necessários.

7 Apresentação de proposta e aprovação de documentos

7.1 Geral

7.1.1 Todos os proponentes deverão apresentar, juntamente com as suas propostas, os seguintes dados, documentos e informações, além das exigências constantes do Edital:

a) Apresentar o Anexo A, preenchido;

b) Apresentar os Relatórios dos seguintes ensaios:
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, conforme 6.3.1 e 6.6.1;
- Elevação de temperatura, realizado pelos métodos do topo do óleo e da variação da resistência, conforme 6.3.2 e 6.6.2;
- Verificação da capacidade dinâmica de resistência a curto-circuito, com oscilogramas, conforme 6.4.1.1;

c) Apresentar os seguintes desenhos:
- De dimensões, com vistas principais do equipamento, mostrando a localização das peças e acessórios;
- Da parte ativa, indicando material utilizado nos enrolamentos e processo de montagem de núcleo;
- Da placa de identificação;
- Descritivo das buchas de alta e de baixa tensão, com dimensões, detalhes e montagem e características físicas e dielétricas;
- Descritivo dos conectores terminais de alta e baixa tensão, com dimensões, detalhes de montagem e material utilizado;
- Das alças para fixação em poste e para suspensão do transformador;
- Da fixação e da vedação da tampa com dimensões, número e tipo de parafusos para fixação e material utilizado;
- Dos dispositivos de aterramento, com dimensões e material utilizado;
- Do dispositivo para fixação de para-raios;

NOTAS:

1) O fornecedor deve apresentar juntamente com a proposta, o valor das perdas a vazio e os totais de cada item cotado.
2) Quando solicitados, os documentos acima devem ser apresentados no prazo máximo de 10 dias.

7.1.2 Todos os ensaios de 7.1.1b devem ser realizados por um dos seguintes órgãos:

a) Laboratórios governamentais;
b) Laboratórios credenciados pelo governo do país de origem;
c) Laboratórios de entidades reconhecidas internacionalmente;
d) Laboratório do fornecedor na presença do inspetor da contratante.

7.1.3 Após a emissão do Pedido de Compra e quando solicitado pela Contratante, o fornecedor deve apresentar, dentro de no máximo 30 dias, os desenhos definitivos para aprovação, que devem ser os mesmos constantes da seção 7.1.1c, acrescidos das correções necessárias.

7.1.4 O prazo para análise pela Contratante dos desenhos citados na seção 7.1.1c é de 25 dias.

8 Critérios para julgamento das propostas

Para julgamento das propostas, a avaliação do custo final das perdas no transformador deve ser feita conforme o Anexo D.

Tabela 2 - Planos de amostragem para ensaios elétricos de rotina no transformador (Perdas, relação de tensões, resistência de isolamento e resistência elétrica dos enrolamentos)

- Regime de inspeção: normal
- Amostragem: dupla
- NQA: 6,5 %
- Nível de inspeção: S1

Tamanho do lote	Amostra		Ac	Re
	Seqüência	Tamanho		
2 a 90	-	3	0	1
91 a 280	1ª 2ª	8 8	0 1	2 2
281 a 500	1ª 2ª	13 13	0 3	3 4
501 a 1200	1ª 2ª	20 20	1 4	4 5

Tabela 3 - Planos de amostragem para ensaios não elétricos de rotina no transformador

Tamanho do lote	Inspeção geral Ensaios do óleo isolante Estanqueidade Ensaios da pintura Ensaios das juntas de vedação Zincagem				Ensaio da válvula de alívio de pressão		
	Regime de inspeção normal Amostragem dupla NQA 6,5% Nível de inspeção S3				Regime de inspeção normal Amostragem simples NQA 1% Nível de inspeção S3		
	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tam.					
2 a 50	-	2	0	1	13	0	1
51 a 500	1ª 2ª	5 5	0 1	2 2			
501 a 1200	1ª 2ª	8 8	0 3	3 4			

Notas às Tabelas 1 e 2:

1) Especificação dos planos de amostragem conforme a NBR 5426 ou a ISO 2859.
2) Seq.: sequência
   Tam: tamanho
   Ac (nº de aceitação): número máximo de unidades defeituosas que ainda permite a aceitação do lote.
   Re (nº de rejeição): número total de unidades defeituosas que implica na rejeição do lote.
3) Amostragem dupla:
   Ensaia-se um número inicial de unidades igual ao da primeira amostra da tabela.
   Se o número de unidades defeituosas encontrado estiver compreendido entre Ac e Re (excluindo estes valores), deve ser ensaiada a segunda amostra. O total de unidades defeituosas encontrado, depois de ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior a maior Ac especificado.

Tabela 4 - Óleo de base naftênica, inibido ou não, após contato com o equipamento

Características (1)		Método de ensaio	Unidade	Valores garantidos	
				Mínimo	Máximo
Densidade 20/4°C (2)		NBR 7148	-	0,861	0,900
Viscosidade cinemática (5)	a 20°C	NBR 10441	mm²/s	-	25
	a 40°C				11
	a 100°C				3
Ponto de fulgor (2)		NBR 11341	°C	140	-
Ponto de fluidez		NBR 11349	°C	-	-39
Índice de neutralização (2)		MB-101	mgKOH/g	-	0,03
Tensão interfacial a 25°C (2)		NBR 6234	mN/m	40	-
Cor ASTM		MB-351	-	-	1
Teor de água (2)		NBR 5755	mg/kg	-	25
Cloretos e sulfatos		NBR 5779	-	ausentes	
Enxofre corrosivo		NBR 10505	-	ausente	
Ponto de anilina		NBR 11343	°C	62	84
Rigidez dielétrica a impulso (eletrodo agulha/esfera)		ASTM D 3300	kV	145	
Rigidez dielétrica (2) (3)		NBR 6869	kV	35	-
		IEC 156	kV	50	-
Fator de perdas dielétricas ou	a 100°C	ASTM D 924	%	-	0,9
Fator de dissipação (2)	a 90°C	IEC 247	%	-	0,7
Porcentagem de carbono		ASTM D 2140	%	anotar	
Tendência a evolução de gases		ASTM D 2300	µ litros/ min.	negativa	
Teor de PCB		ASTM D 4059	mg/kg	ausente	

NOTAS:

1) O fornecedor do equipamento deve apresentar ao inspetor, certificado de origem do óleo, comprovando todas as características da Tabela 3. Caso a Contratante decida aceitar óleo inibido, o fornecedor deve apresentar relatório de ensaio de estabilidade à oxidação, conforme ASTM D 2112 com valor limite de 195 minutos, conforme ASTM D 3487;
2) Estes ensaios devem ser efetuados, na presença do inspetor, em amostra retirada do equipamento bem como os demais, se julgado necessário pela Contratante;
3) O método de ensaio IEC 156 é preferencial.
4) Quando o óleo for inibido, o inibidor utilizado deve ser DBPC (di-butil-para-cresol) com concentração de (0,30 ±□0,05)%, conforme ASTM D 2668.
5) O ensaio de viscosidade cinemática é realizado em duas temperaturas dentre as citadas.
6) No caso de óleo para equipamento parcialmente reformado, os valores apresentados são apenas orientativo.

Tabela 5 - Óleo de base parafínica, isento de aditivos, após contato com o equipamento (utilização em equipamentos de Un < 34,5 kV)

Características (1)		Método de ensaio	Unidade	Valores garantidos	
				Mínimo	Máximo
Densidade 20/4°C (2)		NBR 7148	-		0,860
Viscosidade cinemática (4)	a 20°C	MB 293	mm²/s	-	25
	a 40°C				12
	a 100°C				3
Ponto de fulgor (2)		NBR 11341	°C	140	-
Ponto de fluidez		NBR 11349	°C	-	-12
Índice de neutralização (2)		MB-101	mgKOH/g	-	0,03
Tensão interfacial a 25°C (2)		NBR 6234	mN/m	40	-
Cor ASTM		MB-351	-	-	1
Teor de água (2)		NBR 5755	mg/kg	-	25
Enxofre total		ASTM D 1552	% massa	-	0,30
Enxofre corrosivo		NBR 10505	-	ausente	
Ponto de anilina		NBR 11343	°C	85	91
Índice de refração a 20°C		NBR 5778	-	1,469	1,478
Rigidez dielétrica (2) (3)		NBR 6869	kV	35	
		IEC 156	kV	50	
Fator de perdas dielétricas ou Fator de dissipação (2)	a 100°C	ASTM D 924	%	-	0,9
	a 90°C	IEC 247	%	-	0,7
Teor de inibidor de oxidação DBPC ou DBP		ASTM D 2668	% massa	não-detectável	
Porcentagem de carbono		ASTM D 2140	%	7,0	-

NOTAS:

1) O fornecedor do equipamento deve apresentar ao inspetor, certificado de origem do óleo, comprovando todas as características da Tabela 4.
2) Estes ensaios devem ser efetuados, na presença do inspetor, em amostra retirada do equipamento bem como os demais, se julgado necessário pela Contratante;
3) O método de ensaio IEC 156 é preferencial.
4) O ensaio de viscosidade cinemática é realizado em duas temperaturas dentre as citadas.
5) No caso de óleo para equipamento parcialmente reformado, os valores apresentados são apenas orientativo.

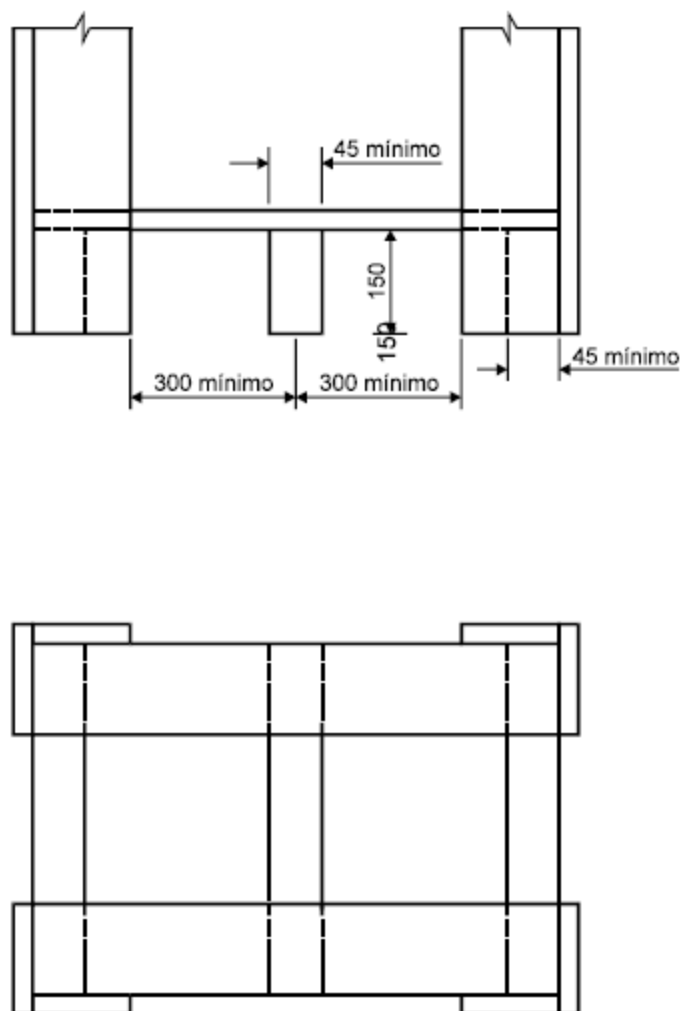



Figura 1- Detalhe da base da embalagem

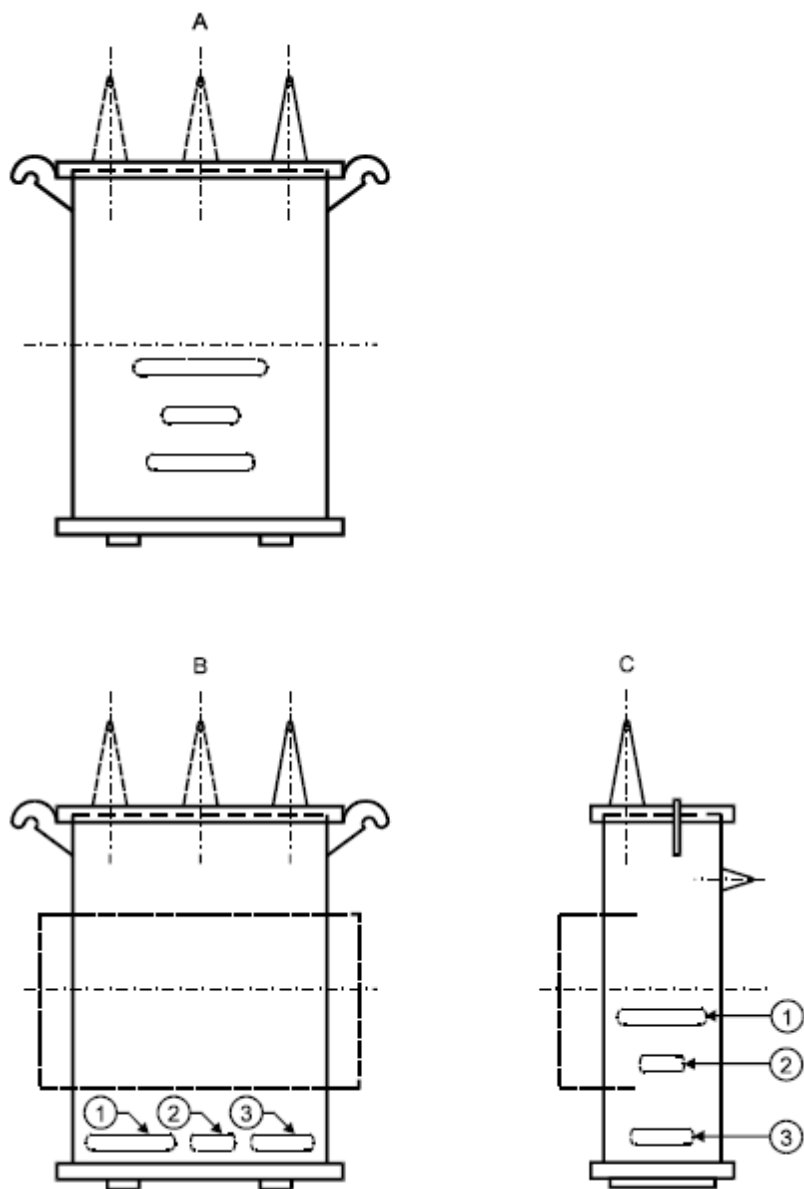



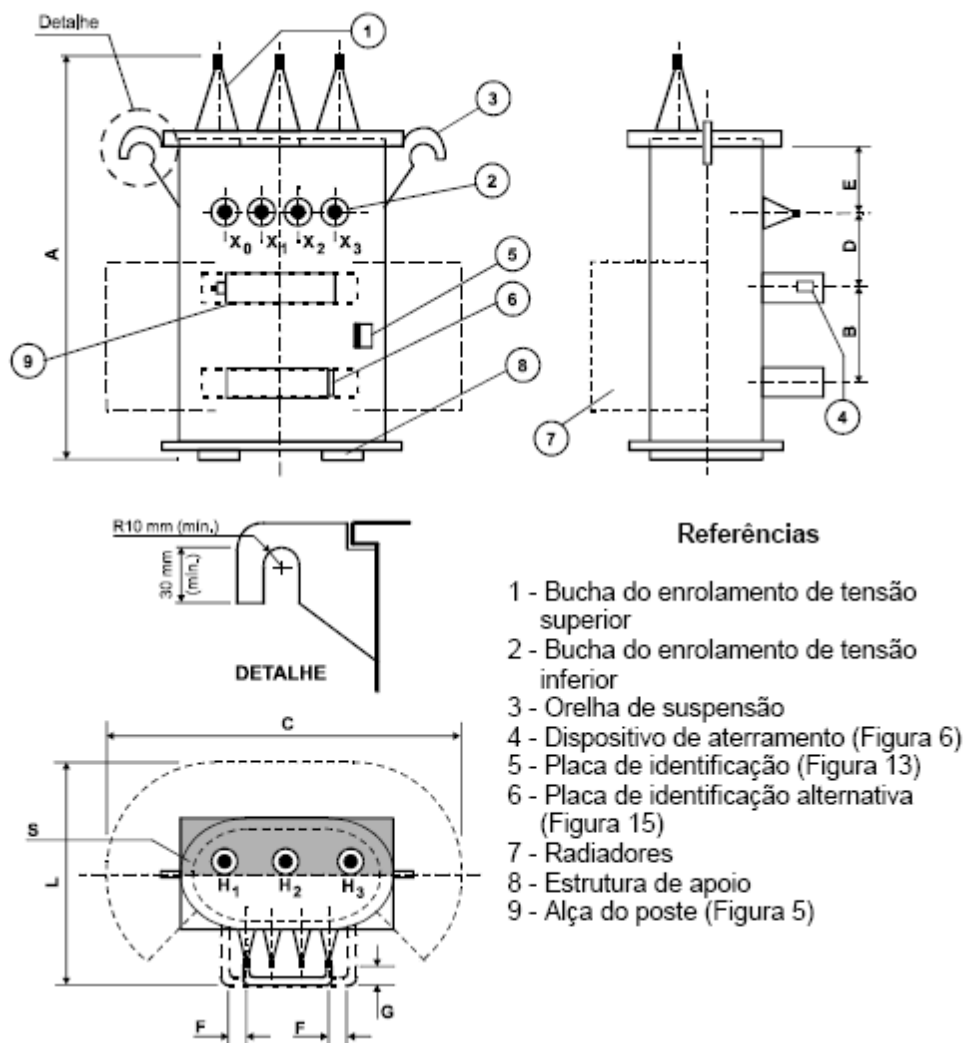
Figura 2 - Numeração patrimonial da Contratante

Referências:

A - Transformador sem radiadores

B ou C - Transformador com radiadores

- Numeração patrimonial da Contratante (a ser fornecida)
- Número de fases, isto é, o número 3
- Potência nominal (sem a inscrição da unidade kVA)
- Nome da Empresa conforme item 1.1

TÍTULO: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS

S = Área para localização das buchas de AT
F = prolongamento da dimensão frontal do suporte, em 65 mm mín, em relação às buchas X0 e X3.

Tensão máxima (kV)	Cotas→ Potência (kVA)	A	C	L	G	E	D	B
15	P ≤ 45	1300	1300	750	50	100	120	200
	45 < P ≤ 150	1300	1300	750*	50	100	150	400
	P > 150	1800	1600	1000	50	100	150	400
24,2	P ≤ 45	1600	1400	900	50	100	120	200
	45 < P ≤ 150	1600	1400	900*	50	100	150	400
	P > 150	2000	1600	1000	50	100	150	400
	Tolerâncias	máximas			mínimas		± 2 %	

NOTAS: 1) A massa total máxima do transformador não deve exceder 1500 daN.
2) * Para transformadores de 150 kVA a cota pode ser de 950 mm.

Nota: Para os transformadores de 36 kV e para os transformadores subterrâneos essa figura não se aplica

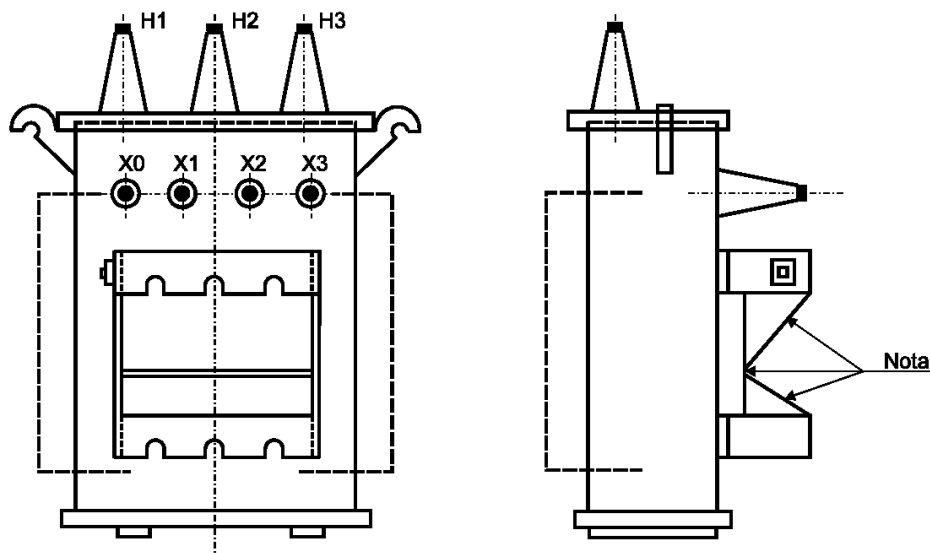
Figura 3 - Dimensões gerais - Transformadores trifásicos

NOTA: Estrutura mínima requerida para reforço dos suportes de fixação em poste.

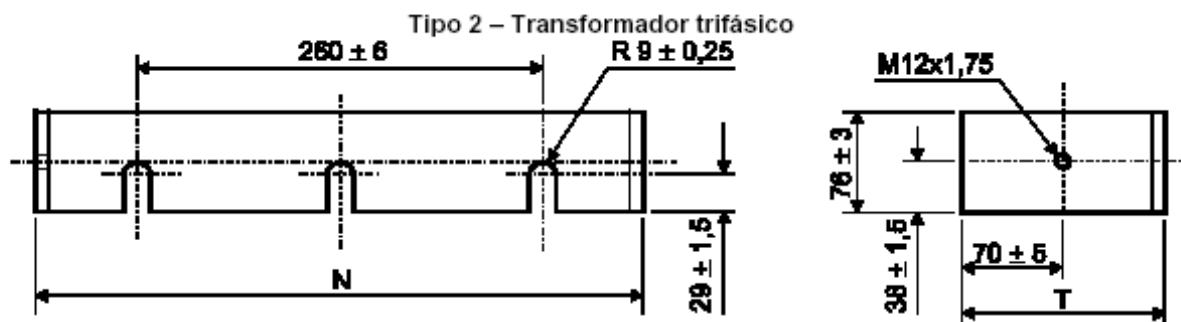
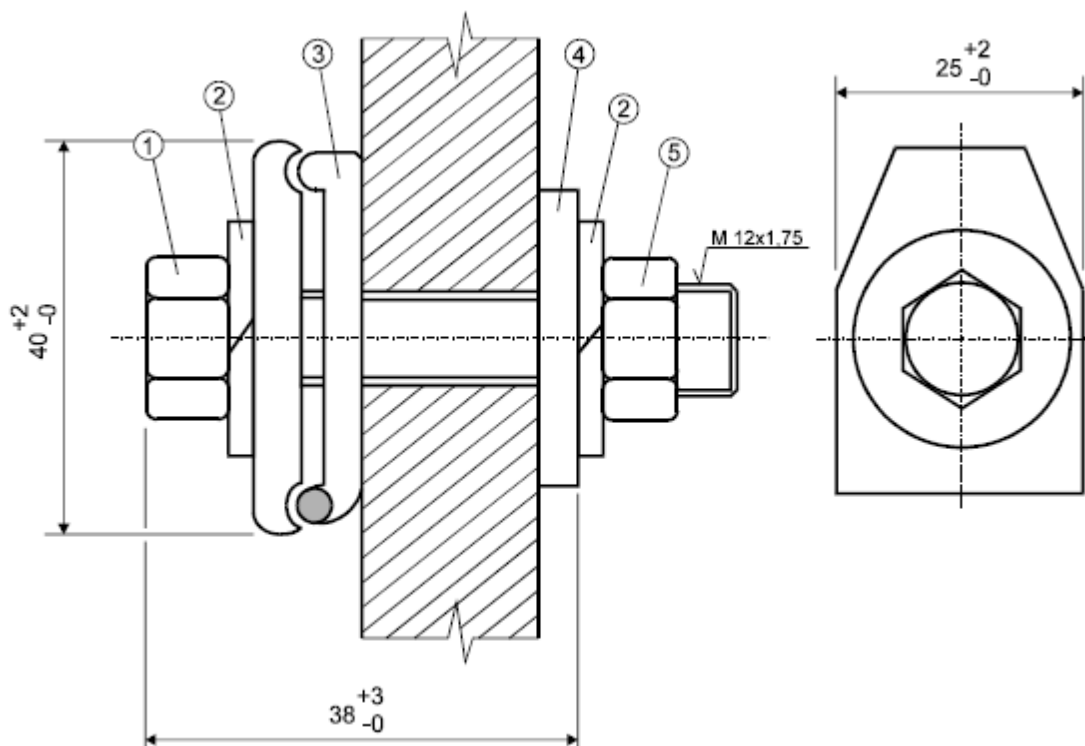
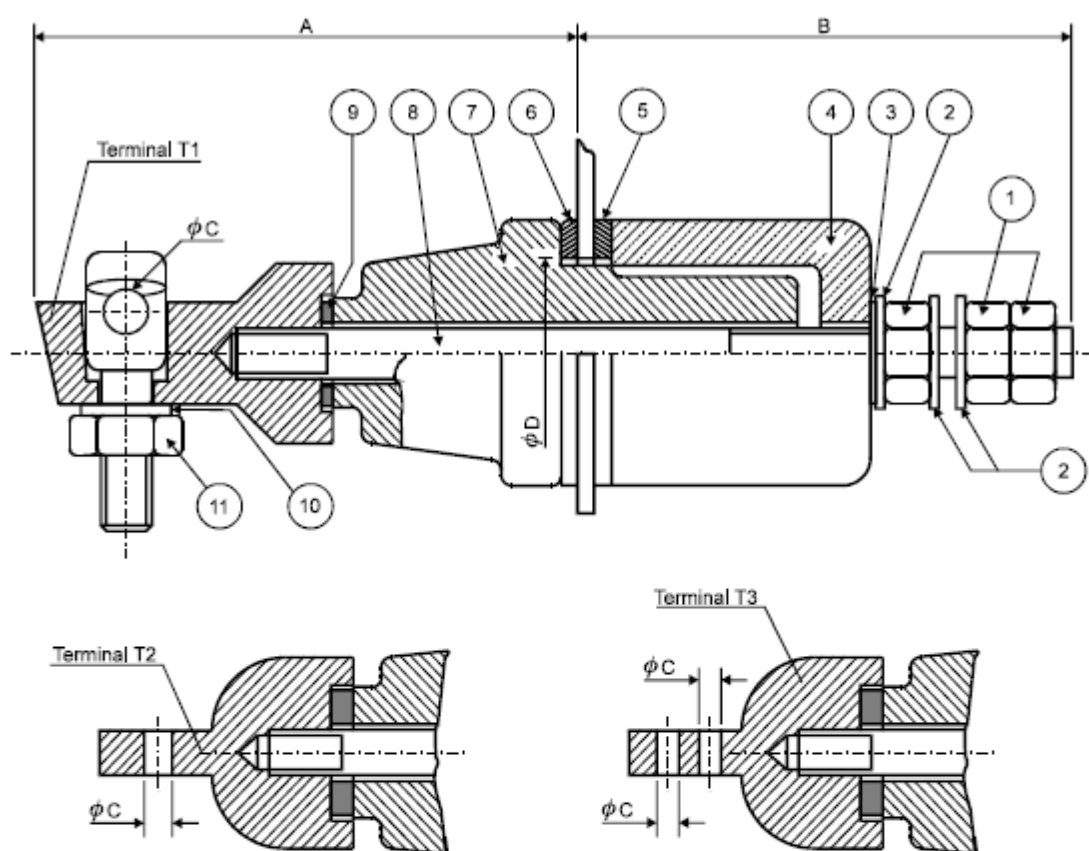
Figura 4 - Transformador de 225 kVA e 300 kVA - Estrutura de reforço

N = 350 mm no mínimo + 2F (ver figura 3)
T: De acordo com a Figura 3

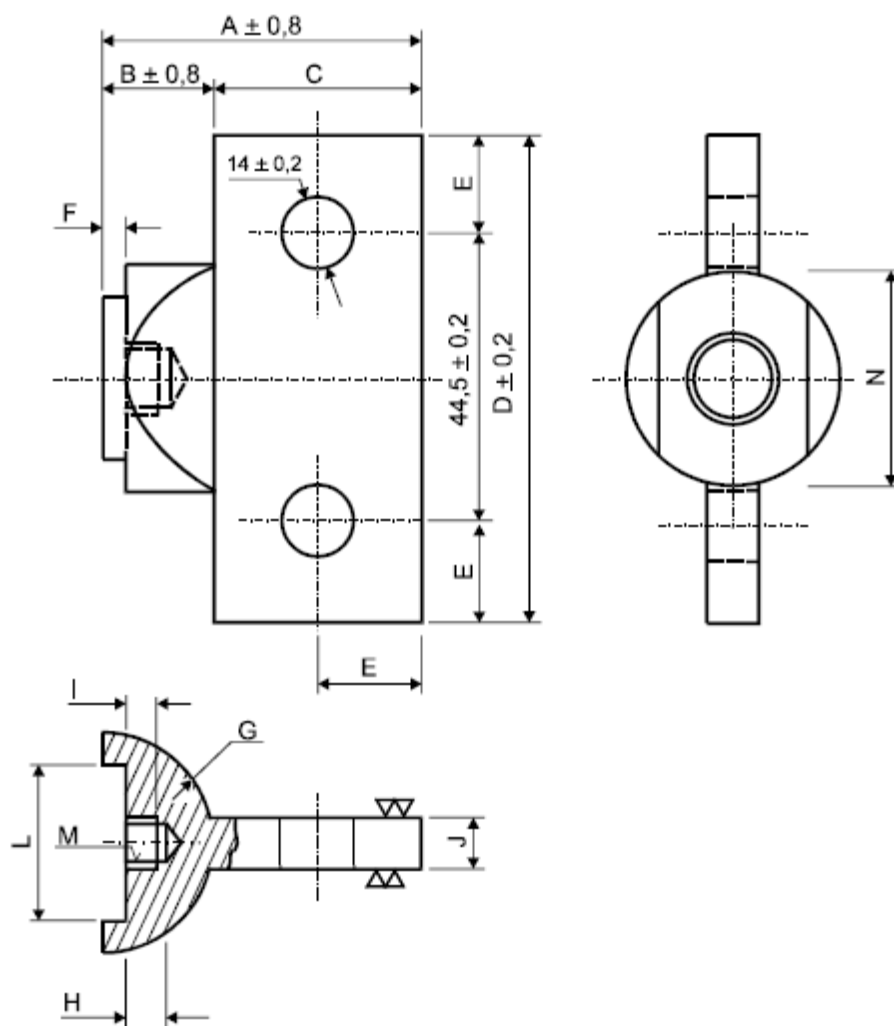
Figura 5 - Suporte para fixação do transformador no poste

NOTAS:
1) As características mecânicas devem estar de acordo com a ABNT-NBR 5370.
2) O conector deve permitir a colocação ou retirada do condutor de maior seção sem a necessidade de desmonte.

Peças / material
1 - Parafuso de cabeça sextavada: aço carbono galvanizado, aço inoxidável ou liga de cobre;
2 - Arruela de pressão: aço carbono galvanizado, aço inoxidável ou bronze fosforoso;
3 - Conector: liga de cobre, com teor de cobre superior a 85%, teor de zinco inferior a 6%, condutividade elétrica mínima 25% IACS a 20ºC, estanhado com espessura mínima da camada de estanho de 8,0 µ□m;
4 - Arruela lisa: aço carbono galvanizado, aço inoxidável ou liga de cobre;
5 - Porca sextavada: aço carbono galvanizado, aço inoxidável ou liga de cobre.

Figura 6 - Dispositivo de aterramento
(para condutores de alumínio e cobre - ϕ 3,2 a ϕ 10,5 mm)

Bucha 1.3 kV		160 A T2	400 A T2	800 A T3
Cotas	A	96	140	216
	B	79	95	130
	ϕC	14	14	14
	ϕD	34	49	68
Caracte-rísticas elétricas	Tensão nominal (kV)	1.3	1.3	1.3
	Corrente nominal (A)	160	400	800
	Distância de arco externo (mm)	47	60	81
	Distância de escoamento (mm)	50	65	87
	Tensão aplicada 60 Hz, 1 minuto a seco e 10 seg. sob chuva (kV eficaz)	10	10	10
	Tensão suportável de impulso atmosférico (kV crista)	30	30	30

Peças / Materiais:

1 - Porca sextavada (T1-M10)(T2-M16) (T3-M24): latão estanhado
2 - Arruela lisa - latão estanhado
3 - Arruela - papelão hidráulico
4 - Corpo isolante interno - cerâmica
5 - Arruela - papelão hidráulico
6 - Junta inferior - borracha sintética
7 - Corpo isolante externo - cerâmica
8 - Condutor passante - cobre eletrolítico
9 - Junta superior - borracha sintética
10 - Arruela de pressão B12
11 -Porca sextavada M12 - latão estanhado

Figura 7 – Folha 1/6 - Bucha 1,3 kV - 160 A/400 A/800 A

Denominação	Dimensões												
terminal	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N
1,3/160	50	20	30	74,5	15	5	20	10	12	6	25	M10	35
1,3/400	81	31	50	94,5	25	6	24	15	18	8	37	M16	48

NOTAS:
1 - Material: latão forjado de condutividade mínima 25 % IACS a 20 °C.
2 - Proteção superficial: estanhado com camada mínima de 8□m.
3 - Rosca métrica conforme NBR 9527.
4 - Em medidas sem tolerâncias, admitir □□□1%.
TERMINAL T2 - 160 A e 400ª

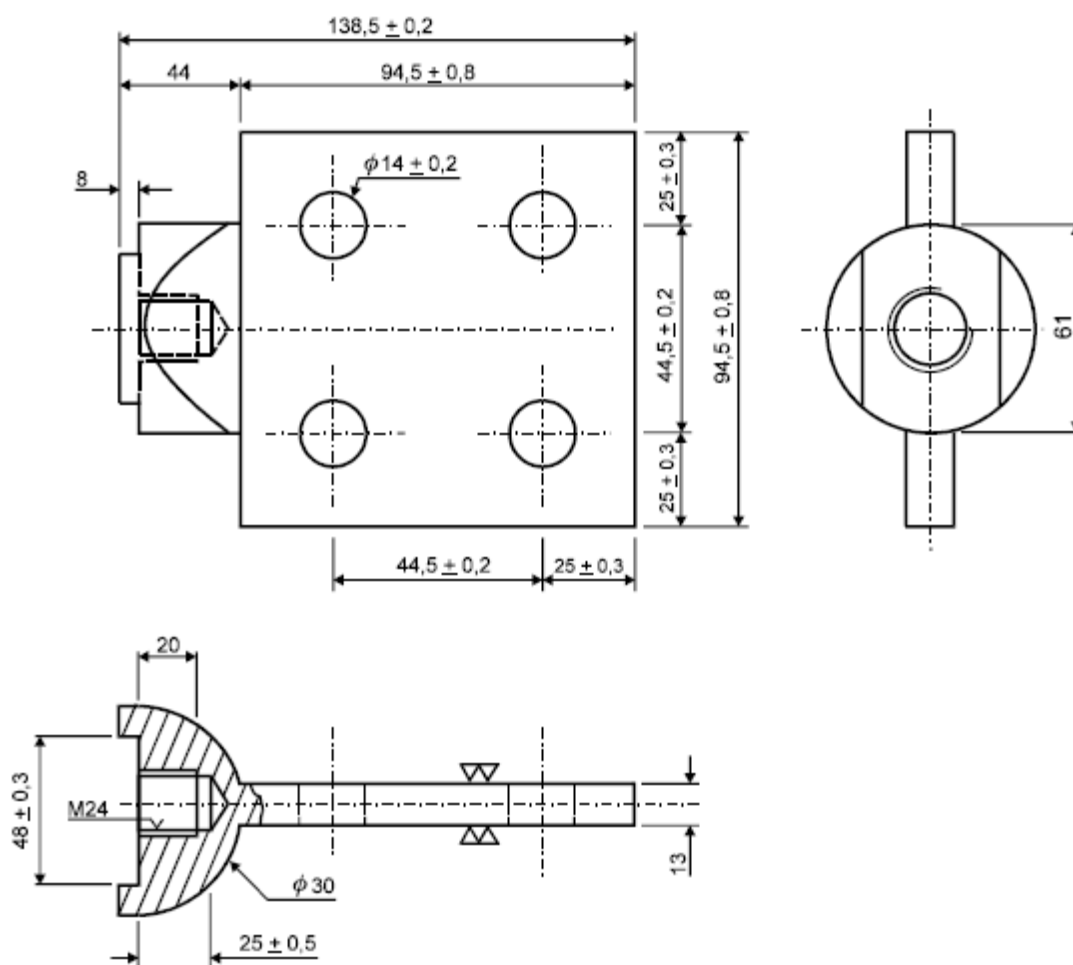
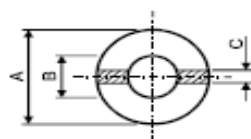
Figura 7 – Folha 2/6 - Bucha 1,3 kV - 160 A/400 A/800 A

NOTAS:
1 - Material: Latão forjado de condutividade mínima de 25 % IACS a 20 °C.
2 - Proteção superficial: estanhado com camada mínima de 8□m.
3 - Rosca métrica conforme NBR 9527.
4 - Em medidas sem tolerâncias, admitir □□□1 %.
TERMINAL T3 - 800 A

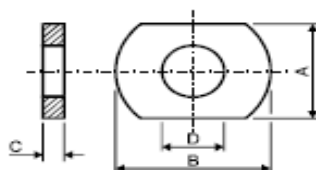
Figura 7 – Folha 3/6 - Bucha 1,3 kV - 160 A/400 A/800 A

POSIÇÃO 2

Cotas Bucha kV - A	A	B	C
1,3 - 160	21	10,5	2
1,3 - 400	30	17	3
1,3 - 800	44	25	4
Tolerâncias	-	-	-

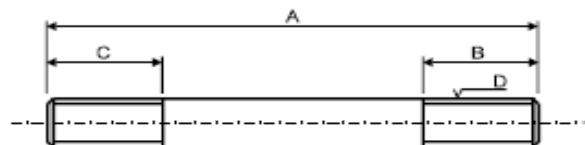
Material: latão

POSIÇÃO 3

Cotas Bucha kV - A	A	B	C
1,3 - 160	21	10,5	1,6
1,3 - 400	30	17	1,6
1,3 - 800	44	25	1,6
Tolerâncias	±0,3	+0,2 -0	±0,25

Material: papelão hidráulico conforme ABNT-EB 214

POSIÇÃO 9

Cotas ⇨ Bucha kV - A	A	B	C	D
1,3 - 160	24	30	4	10
1,3 - 400	26	42	4	16
1,3 - 800	47	55	4	24
Tolerâncias	±0,2	±0,3	±0,1	+0,2 -0

Material: Borracha sintética - Dureza: 65 ± 5 Shore A

POSIÇÃO 8

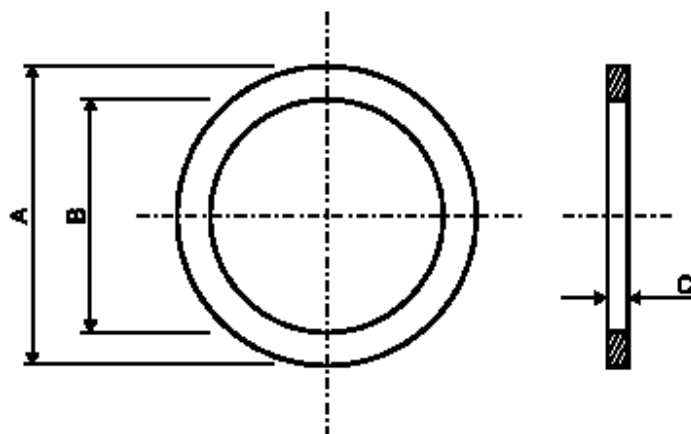
Cotas ⇨ Bucha kV - A	A	B	C	D
1,3 - 160	140	45	10	10
1,3 - 400	175	60	15	16
1,3 - 800	235	90	20	24
Tolerâncias	±2,0	±0,5	+0,2 -0	-

NOTAS: 1) Cobre eletrolítico mínimo de 99%.
2) Rosca métrica conforme NBR 9527.

Figura 7 – Folha 4/6 - Bucha 1,3 kV - 160 A/400 A/800 A

POSIÇÃO 4

Cotas / Bucha kV - A	A	B	C	D	E	F	G	H
1,3 - 160	29	41	5	12	12	1°	51	38
1,3 - 400	29	41	10	12	18	3°	74	56
1,3 - 800	41	58	10	16	27	3°	95	72
Tolerâncias	+1 - 0	NOTA 1						

NOTAS:
1) Em medidas sem indicação de tolerâncias, usar conforme DIN 7168 (tolerâncias grossas).
2) Material: cerâmica não vitrificada.

POSIÇÃO 5

Cotas ⇨ / Bucha kV - A	A	B	C
1,3 - 160	54	33	1,6
1,3 - 400	77	48	1,6
1,3 - 800	98	67	1,6
Tolerâncias	± 0,3	+ 0,3 - 0	± 0,25

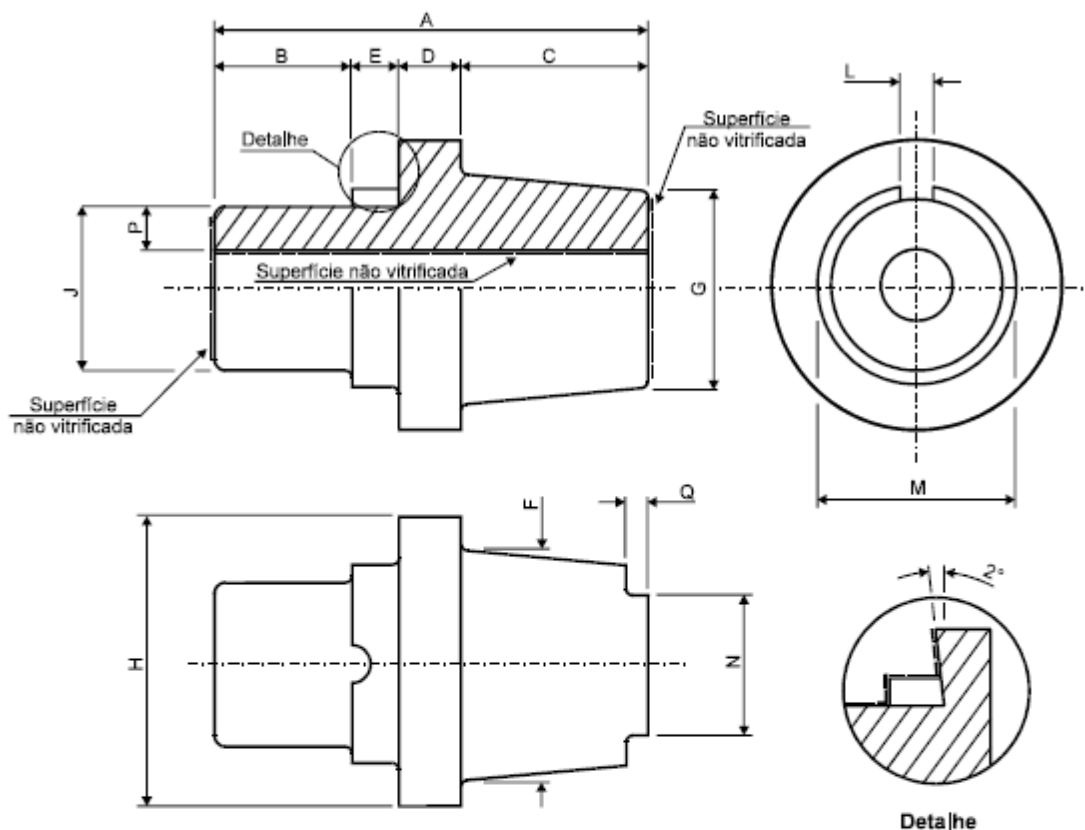
Material: papelão hidráulico conforme NBR 5894

POSIÇÃO 6

Cotas ⇨ / Bucha kV - A	A	B	C
1,3 - 160	45	33	4
1,3 - 400	60	48	4
1,3 - 800	80	67	6
Tolerâncias	± 0,3	+ 0,3 - 0	± 0,1

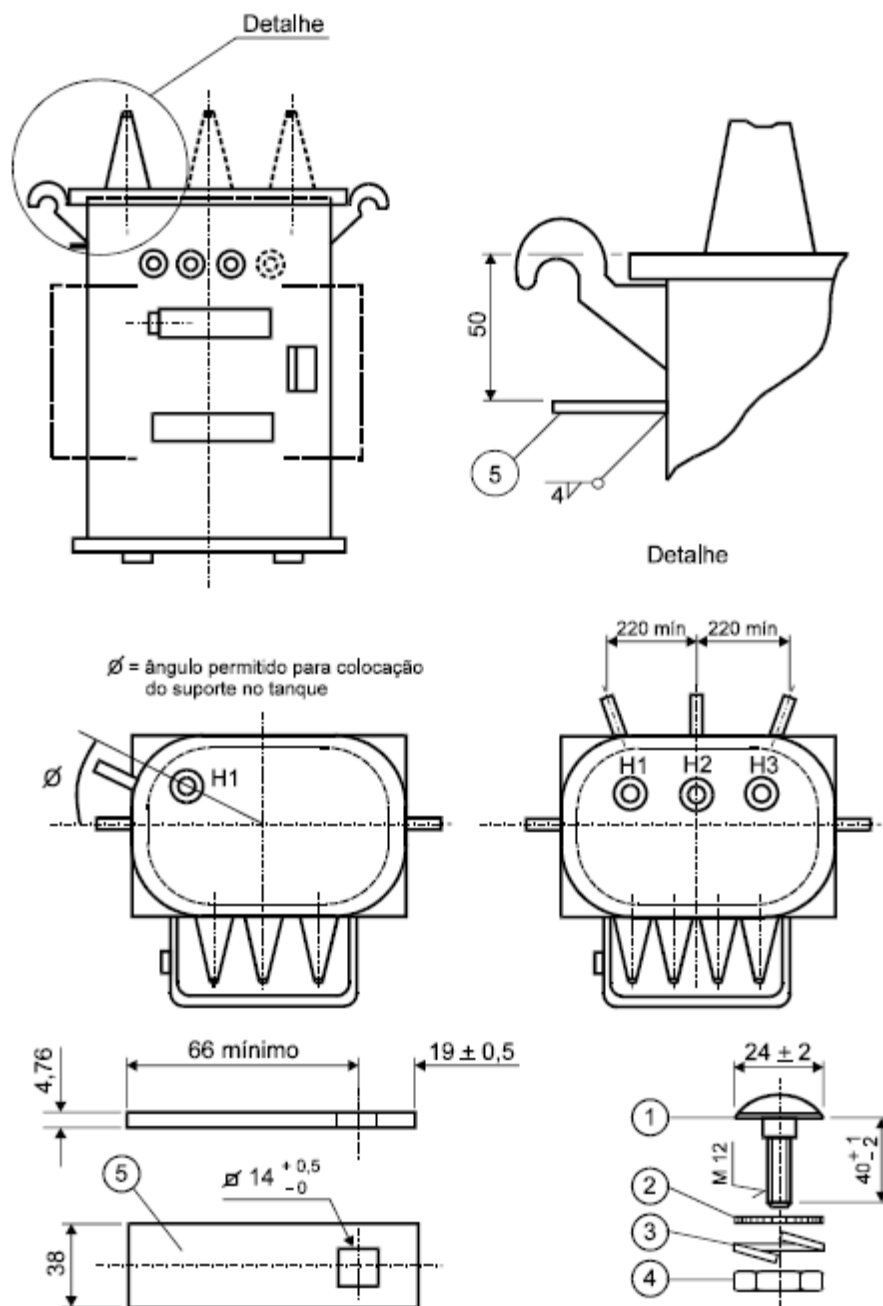
Material: borracha sintética.
Dureza: 65 ± 5 Shore.

Figura 7 – Folha 5/6 - Bucha 1,3 kV - 160 A/400 A/800 A

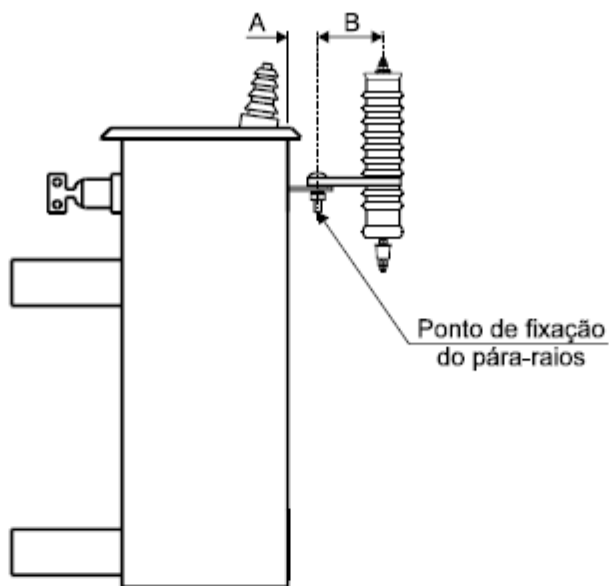
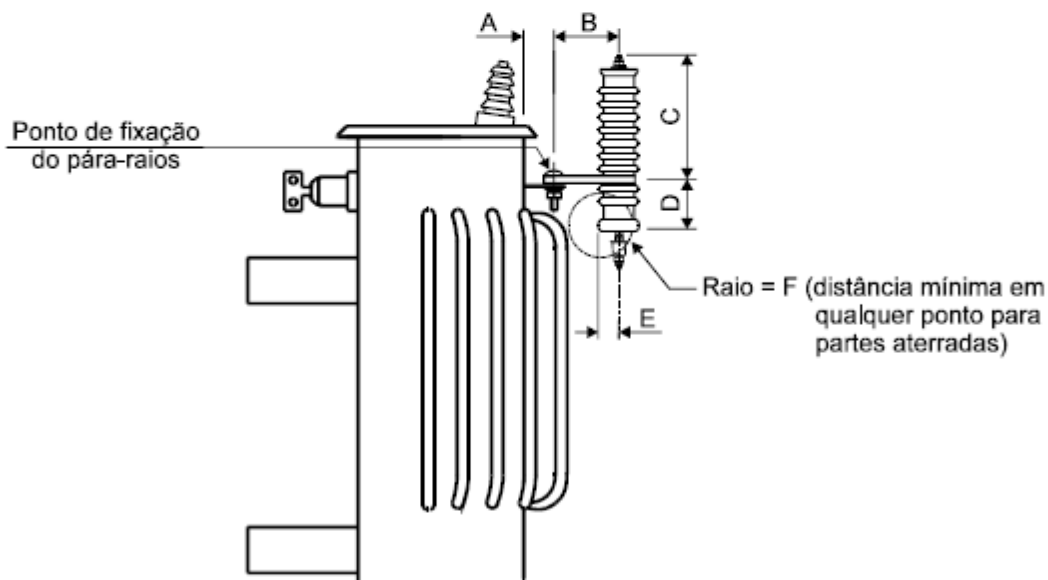
TÍTULO: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS

POSIÇÃO 7

Cotas / Bucha kV - A	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N	P	Q
1,3 - 160	74	23	32	11	8	38	35	49	27	6	33	24	13	6
1,3 - 400	88	23	43	14	8	51	48	65	38	6	48	35	19	6
1,3 - 800	116	31	59	16	10	67	61	86	52	10	67	45	29	8
Tolerâncias	+0 -1	NOTA 1				+0 -1	NOTA 1	+0 -1	NOTA 1			+0 -1	+1 -0	NOTA 1

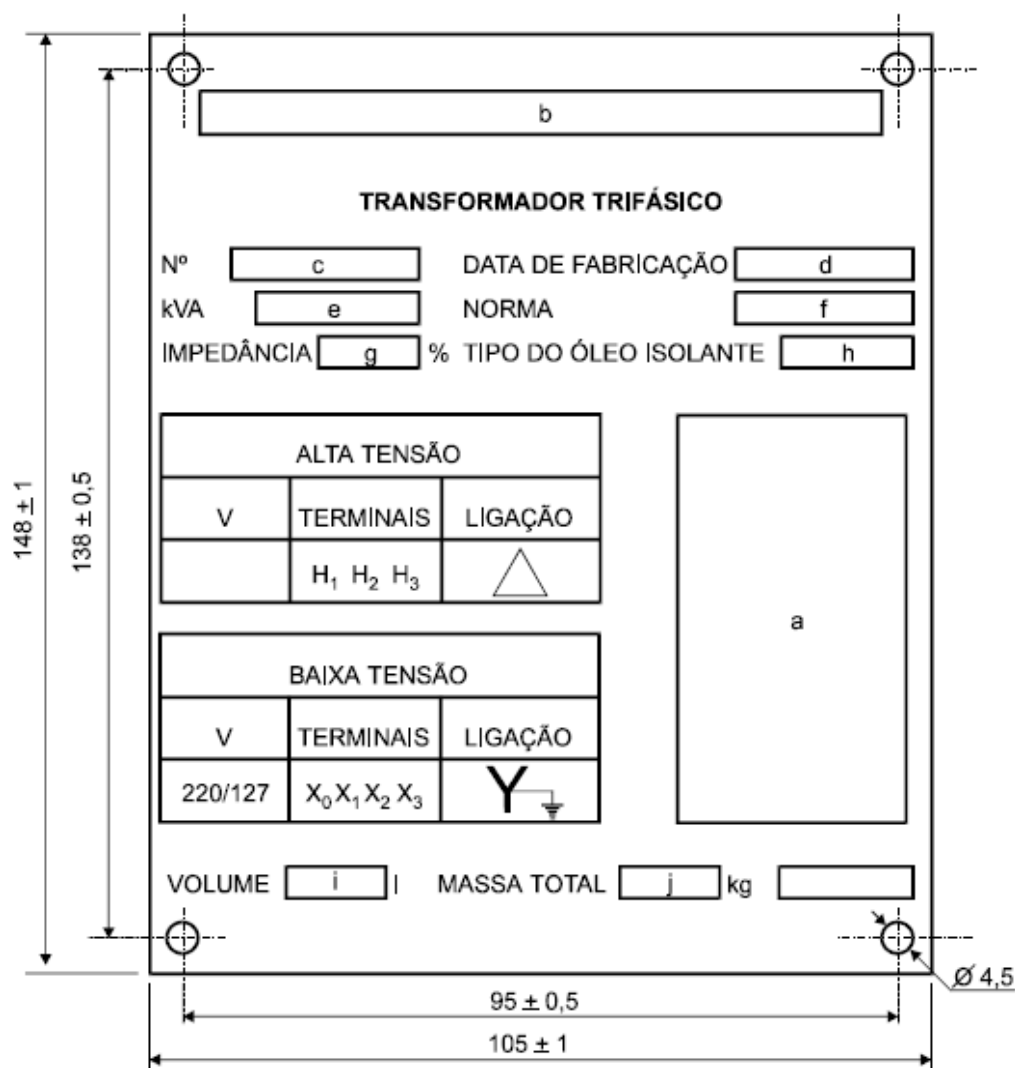
NOTAS:
1) Em medidas sem indicação de tolerâncias, usar conforme DIN 7168.
2) Material: cerâmica vitrificada.

Figura 7 – Folha 6/6 - Bucha 1,3 kV - 160 A/400 A/800 A

Peças e materiais

1 - Parafuso de cabeça abaulada, pescoço quadrado, aço carbono, classe 3.6, proteção superficial, zincagem por imersão a quente
2 - Arruela de estrias
3 - Arruela de pressão
4 - Porca quadrada ou sextavada
5 - Suporte para fixação de pára-raios

Figura 8 - Dispositivo para fixação de pára-raios em transformadores

TRANSFORMADOR SEM RADIADOR

TRANSFORMADOR COM RADIADOR

Item	A	B	C	D	E	F
Medidas em mm	66 mín.	80	400 máx.	100 a 130	40	70 mín.

Figura 9 - Dispositivo para fixação de pára-raios em transformadores

Referências:

a) diagrama esquemático, conforme Figura 12:
b) dados do fabricante e local de fabricação;
c) número de série de fabricação;
d) mês (três primeiras letras) e ano de fabricação;
e) potência nominal;
f) norma aplicável;
g) impedância de curto circuito, em percentual;
h) tipo de óleo isolante (letra A-naftênico, B-parafínico);
i) volume total do líquido isolante, em litros;
j) massa total do transformador, em kg.
h) além dos dados acima deverá ser gravado na placa o número de patrimônio do transformador, a se definido no Pedido de Compra pela Contratante.

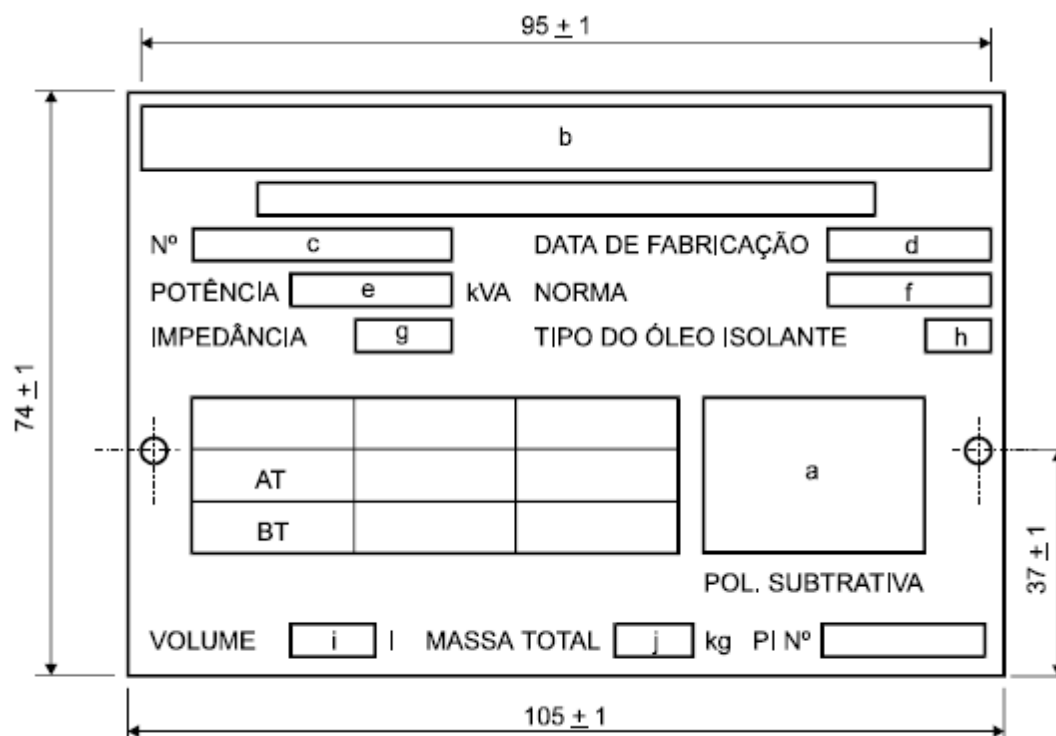
Figura 10 - Placa de identificação

Referências:
a) diagrama esquemático, conforme Figura 12:
b) dados do fabricante e local de fabricação;
c) número de série de fabricação;
d) mês (três primeiras letras) e ano de fabricação;
e) potência nominal;
f) norma aplicável;
g) impedância de curto-circuito, em percentual;
h) tipo de óleo isolante (A - naftênico, B - parafínico)
i) volume total do líquido isolante, em litros;
j) massa total do transformador, em kg.

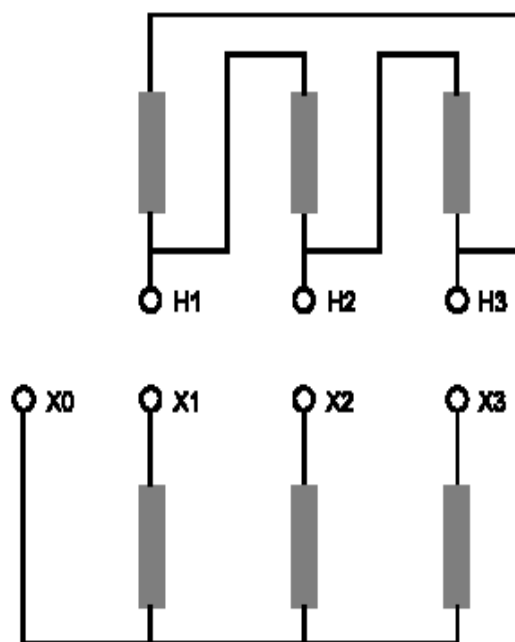
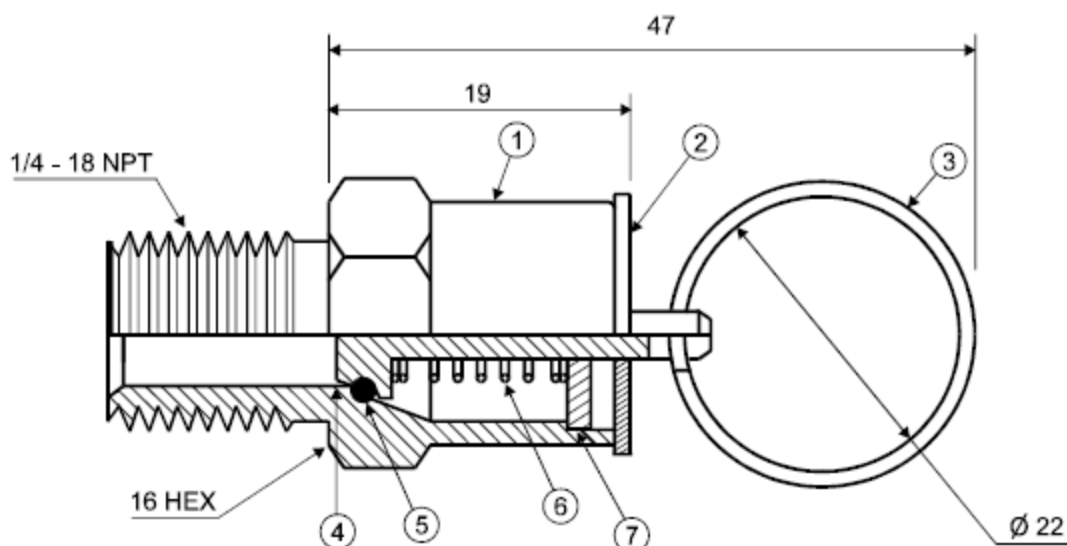
Figura 61 - Placa de identificação alternativa

Transformador trifásico ΔY - Deslocamento angular 30° - Dyn 1

Figura 72 - Diagrama esquemático e marcação dos terminais

Nota: Dimensões em mm, exceto indicação da rosca

Posição	Descrição	Material
1	Corpo	Latão
2	Disco externo de vedação	Aço inoxidável
3	Anel externo para acionamento manual	Aço inoxidável
4	Êmbolo	Latão
5	Anel interno	Borracha nitrílica
6	Mola interna	Aço inoxidável
7	Guia	Aço inoxidável

Figura 83 - Válvula de alívio de pressão

Anexo B - Dados técnicos de transformadores de distribuição

Nome do fornecedor: ....
Nome do fabricante: ....

A.1 Características

A.1.1 Tipo (do fabricante): ....

A.1.2 Potência nominal (kVA): ....

A.1.3 Tensões nominais (kV): ....

a) enrolamento de alta tensão: ....
b) enrolamento de baixa tensão: ....

A.1.4 Nível de isolamento (kV)

	Alta tensão	Baixa tensão
a) tensão suportável nominal de impulso atmosférico – onda plena (valor de crista):	....	....
b) tensão suportável nominal de impulso atmosférico - onda plena reduzida (valor de crista):	....	....
c) tensão suportável nominal de impulso atmosférico - onda cortada (valor de crista):	....	....
d) tensão suportável nominal à freqüência industrial durante 1 minuto (valor de eficaz):	....	....

A.1.5 Tensão de curto-circuito a 75ºC (%) na base de ....kVA, na relação ..../......kV: ....

A.1.6 Corrente de excitação, (%): ....

A.1.7 Perdas em vazio (W) ....

A.1.8 Perdas totais a 75ºC (W): ....

A.1.9 Regulação (%) ....

a) fator de potência da carga igual a 0,8, a 75ºC:
b) fator de potência da carga igual a 1,0, a 75ºC: ....
A.1.10 Rendimento (%)

Fator de potência da carga	0,8				1,0			
% da potência nominal	25	50	75	100	25	50	75	100
Rendimento (%)								

A.1.11 Elevação de temperatura (ºC), na derivação de V

a) dos enrolamentos (método da variação da resistência): ....

b) do ponto mais quente dos enrolamentos: ....

c) do óleo isolante (medida próximo à superfície do liquido): ....

A.1.12 Massas (kg)

a) parte ativa: ....

b) tanque e tampa: ....

c) óleo isolante: ....

d) total: ....

A.1.13 Espessura das chapas (mm)

- tampa: ....

- corpo: ....

- fundo: ....

- tubos, radiadores, ou aletas: ....

A.1.14 Material dos enrolamentos

a) enrolamento de alta tensão: ....

b) enrolamento de baixa tensão: ....

A.1.15 Material das juntas de vedação: ....

Norma aplicável: ....

A.2 Informações a serem fornecidas

A.2.1 Método de preparo da chapa, tratamento anticorrosivo e pintura interna e externa a serem utilizados.

A.2.2 Óleo mineral isolante (designação, tipo e características).

A.2.3 Volume de óleo: .... litros

A.2.4 Desvios e exceções à Especificação

____

Anexo C - Ensaio de elevação de temperatura - Determinação estatística da resistência ôhmica do enrolamento no instante do desligamento

O método para determinação da resistência ôhmica do enrolamento no instante do desligamento consiste na regressão linear de uma variável "X" pelo Método dos Mínimos Quadrados, como abaixo:

$$y = ax + b$$

$$a = \frac{n \quad (x.y) - \quad x.y}{n \quad (x^2) - (\quad x^2)}$$

$$b = \frac{y - a. \quad x}{n}$$

$$r = a.\sqrt{\frac{n. \quad (x^2) - (\quad x)^2}{n. \quad (y^2) - (\quad y)^2}}$$

onde: n = número de pares de leituras de resistência ôhmica e tempo;

r = coeficiente de correlação entre as variáveis x e y. Quanto mais próximo de 1 for o valor de r, mais perfeito será o ajustamento dos pontos x e y à reta y = ax+b.

Os valores de y e x acima são relacionados com a resistência ôhmica R e o tempo T, respectivamente, como a seguir:

Valores	Regressão	
	Linear	Exponencial
y	R	log R
x	T	T
R_o	b	10^b

R_o representa a resistência ôhmica no instante do desligamento. Deve ser adotada a regressão que apresentar maior valor de r. Esse método só é aceito para valores de r maiores ou iguais a 0,95.

Anexo D - Inspeção geral dos transformadores

Na inspeção geral dos transformadores deve ser observado, no mínimo, o seguinte:

C.1 Tanque

C.1.1 Parte interna

- ausência de escorrimento, empolamento e enrugamento da pintura;
- marcação do nível do óleo isolante;
- ausência de sujeiras no fundo do tanque, tais como borra celulose, limalha, areia, etc.;
- ausência de ferrugem no tanque e nos radiadores;
- ausência de respingos da pintura externa;
- inspeção visual da pintura (inclusive radiadores ou tubos);

C.1.2 Parte externa

- ausência de escorrimento, empolamento e enrugamento da pintura;
- marcação dos terminais de alta e baixa tensão, conforme a seção 5.26 e Figuras 1 e 2 para transformadores monofásicos e trifásicos, respectivamente;
- numeração de patrimônio conforme a seção 4.5 e Figura 17;
- marcação do número de série na orelha de suspensão e na tampa.

C.2 Parte ativa

C.2.1 Núcleo

- ausência de oxidação e borras;
- aterramento;
- "gaps" e empacotamento.

C.2.2 Bobinas

- ausência de deformação por aperto excessivo dos tirantes, calços, etc.;
- rigidez mecânica das bobinas e dos calços;
- canais para circulação de óleo desobstruída;
- flexibilidade dos cabos de interligação às buchas de AT;
- qualidade do enrolamento: uniformidade, ausência de remonte de espiras, impregnação;

C.2.3 Tirantes, barras de aperto e olhais para suspensão

- inspeção visual da pintura;
- ausência de oxidação nas partes não pintadas;
- rigidez mecânica dos tirantes e barras de aperto;
- qualidade e localização dos olhais para suspensão da parte ativa;
- ausência de isolamento nas áreas de contato de fixação da parte ativa ao tanque;
- marcação do número de série.

C.3 Dimensões externas e componentes

Este item da inspeção geral deve ser realizado conforme a tabela abaixo, aplicando-se somente os requisitos para transformadores trifásicos:

Descrição	Figuras de referências																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18
a) Dimensões gerais - trafos monofásicos - trafos trifásicos	X	X															
b) orelhas de suspensão - trafos monofásicos - trafos trifásicos (ver seção 5.14)	X	X															
c) estrutura de apoio - trafos monofásicos - trafos trifásicos (ver seção 5.15)	X	X															
d) estrutura de reforço para trafos trifásicos de 225 e 300 kVA (ver seção 5.13.2)			X														
e) dispositivo para fixação de pára-raios em trafos monofásicos (ver seção 5.26)				X													
f) alça de poste - trafos monofásicos - trafos trifásicos (ver seção 5.13)					X X												
g) dispositivo de aterramento (ver seção 5.25) - dimensões - posição no tanque trafos monofásicos - posição no tanque trafos trifásicos (ver seções 5.25.1 e 5.25.2)	X	X				X											
h) dispositivo de aterramento adicional em X2 para trafos monofásicos (ver seção 5.25.2)							X										
i) bucha de AT - em porcelana (ver seção 5.21.1) - em epoxi (ver seção 5.21.1)								X	X								
j) terminais de AT (ver seção 5.21.2)								X									
k) flange da bucha de epoxi (ver seção 5.22.3)										X							
l) buchas e terminais de BT (ver seção 5.23)	X										X	X					
m) terminal X2 transformadores monofásicos-alternativo (ver seção 5.23.4)	X											X					
n) placa de identificação normal - trafos monofásicos - trafos trifásicos (ver seção 5.29.1)													X	X			
o) placa de identificação alternativa (ver seção 5.29.5)															X		
p) diagrama esquemático e marcação dos terminais (ver seção 5.24.2)																X	
q) embalagem (ver seção 4.3)																	X

Anexo E - Avaliação das perdas

Para determinação do custo final do transformador poderão ser levados em consideração a critério da Contratante, os valores das perdas em vazio e perdas totais, de acordo com as seguintes fórmulas:

D.1 Para transformadores de 15 kV:

Ap □35,97 k_1. P_{HF}□29, 43k_1. P_t

D.2 Para transformadores de 34,6 kV:

Ap □35,97 k_2. P_{HF}□29, 43k_2. P_t

onde: Ap = avaliação das perdas, em reais (R$)
PHF = perdas em vazio, em watts
Pt = perdas totais, em watts
K1 = preço do kWh, em R$, subgrupo tarifário A4, convencional, consumo
K2 = preço do kWh, em R$, subgrupo tarifário A4, convencional, consumo

O custo final (CF) será:

CF = Po + Ap,

onde: Po = preço ofertado, em R$.

D.3 Perdas verificadas superiores ao valor garantido pelo fabricante

Caso a média dos valores das perdas em vazio e total verificadas na inspeção de recebimento seja superior ao valor garantido pelo fabricante em sua proposta e indicadas no Pedido DE COMPRA, todo o lote deve ser recusado.

A critério da Contratante, os transformadores podem ser aceitos com a seguinte redução no preço:

$$Rp = (\frac{Apr}{Ap} - 1)xCf$$

onde: Rp = redução de preço nos transformadores, em R$;
Apr = avaliação de perdas, de acordo com os itens D.1 ou D.2, porém considerando os valores de perdas a vazio e total obtidos nos ensaios de recebimento, em R$;
Ap = avaliação de perdas conforme valores da proposta, em R$;
Cf = custo final, calculado quando da avaliação das propostas.

Anexo F - Critério para recebimento de transformadores com elevação de temperatura superior a 55ºC

Em caso de acordo entre a Contratante e o fornecedor, para recebimento de transformadores com elevação de temperatura superior a 55ºC, o seu preço deve ser reduzido de acordo com a seguinte fórmula:

PF Po.Rp

onde: PF = preço final, em R$;
Po = preço ofertado, em R$;
Rp = redução de preço.
Rp 10x

onde x 6328 / (313 T) 17,1978]

T = elevação de temperatura do enrolamento, em relação à temperatura ambiente, em °C

Anexo G - Ensaio de verificação da resistência mecânica dos suportes de fixação dos transformadores

Deve ser realizado em uma unidade de cada potência.

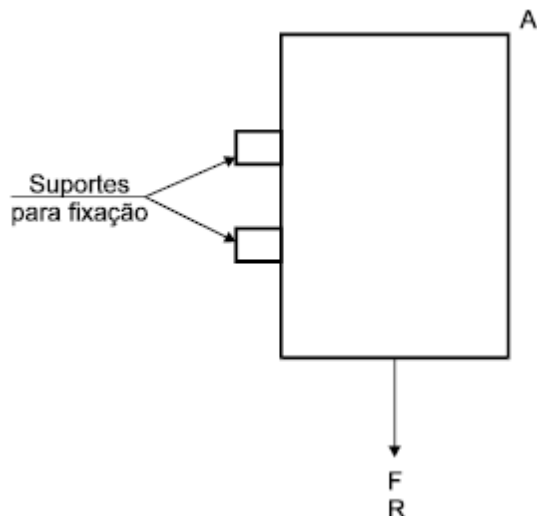
O tanque do transformador vazio, sem parte ativa e óleo isolante, porém, com tampa e buchas de passagem de alta e baixa tensão, deve ser fixado em uma estrutura rígida que simule a instalação em um poste.

Para fixação dos transformadores trifásicos à estrutura de teste, devem ser utilizados somente os furos laterais de cada suporte de fixação.

Após a montagem, o tanque do transformador deve ser submetido a uma carga igual ao peso do transformador completo, incluindo a parte ativa e o óleo isolante, para acomodação do conjunto.

Após a retirada dessa carga, deve ser marcado o ponto A na tampa do transformador, conforme figura abaixo. Em seguida deve ser aplicada uma carga de, pelo menos, 1,5 vezes o peso do transformador completo. Essa carga não deve ser inferior ao peso do transformador mais 80 kg.

Após a retirada da carga, o ponto A não deve ter um deslocamento residual maior que 2 mm no sentido de aplicação da carga e não devem ocorrer trincas ou ruptura nos suportes de fixação do transformador.

Para o primeiro fornecimento ou em casos de alteração de projeto, deve ser verificada a carga de ruptura do suporte. Essa carga não deve ser inferior a duas vezes o peso do transformador completo, incluindo a parte ativa e o óleo isolante.

F = Carga para verificação da resistência mecânica
F = 1,5 x Peso ou Peso + 80 kg (o que for maior)

R = Carga de ruptura
R = 2,0 x Peso ou 2,0 x [(Peso + 80 kg) ÷ 1,5] (o que for maior)

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

RELIGADORES DE REDES AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO CLASSE DE 13,8 E 34,5 KV

ET – 008

Revisão	Alterações	Data	Responsável
01	Emissão Inicial	30/05/2012	Adjar Barbosa

Elaborado	Aprovado	Projeto

ÍNDICE

Capítulo | Página

TÍTULO: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS

1. Introdução

Esta Especificação estabelece os critérios e as exigências técnicas mínimas aplicáveis à fabricação de Religadores Trifásicos Motorizados, com Cubículos de Controle e Modems de Telecomunicações. Os equipamentos serão instalados em redes aéreas para operação na tensão de 13,8kV e 34,5 kV das empresas de distribuição da ELETROBRÁS:

- Eletrobrás Distribuição Alagoas
- Eletrobrás Amazonas Energia
- Eletrobrás Distribuição Acre
- Eletrobrás Distribuição Piauí
- Eletrobrás Distribuição Roraima
- Eletrobrás Distribuição Rondônia

Nessa Especificação o termo Contratante se refere à ELETROBRÁS, às empresas a ela associadas, ou por ela representadas, ou por ela indicadas.

Os religadores a serem fornecidos deverão ser todos tripolares, motorizados e isolados a gás SF6 ou a Dielétrico Sólido.

As quantidades de religadores a serem fornecidas estão indicadas na Tabela 2 dessa Especificação.

2. Normas Técnicas Aplicáveis

1) ABNT NBR 8177 Religadores automáticos (onde ainda for aplicável)
2) ABNT NBR 8185 Religadores automáticos - Método de ensaio ANSI/IEEE C37.60 - Standard requirements for overhead, pad-mounted, dry vault and submersible automatic circuit reclosers and fault interrupters for alternating current systems up to 38 kV
3) ABNT-NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimento ISO 2859-1 - Sampling procedures for inspection by attributes - Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection
4) ABNT-NBR 6234 - Óleo-água - Determinação de tensão interfacial - Método de ensaio ASTM D971 - Standard Test Method for Interfacial Tension of Oil Against Water by the Ring Method
5) ABNT-NBR 6323 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação ASTM A123 - Standard specification for zinc (hot-dip galvanized) coatings on iron and steel products
6) ABNT-NBR 6529 - Vernizes utilizados para isolação elétrica - Ensaios - Método de ensaio ASTM D4733 - Standard Test Methods for Solventless Electrical Insulating Varnishes
7) IEC 60455 Resin Based Reactive Compounds Used for Electrical Insulation
8) ABNT-NBR 6936 - Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Procedimento IEC 60060:All parts - High-Voltage Test Techniques
9) ABNT-NBR 7070 - Amostragem de gases e óleo mineral isolante de equipamentos elétricos e análise dos gases livres e dissolvidos - Procedimento ASTM D3612 - Standard Test Method for Analysis of Gases Dissolved in Electrical Insulating Oil by Gas Chromatography
10) ABNT-NBR 7116 - Relés elétricos - Ensaios de isolamento
11) ABNT-NBR 7116 - Relés elétricos - Ensaios de isolamento IEC 60255-5 - Electrical relays - Part 5 - Insulation coordination for measuring relays and protection equipment - Requirements and tests
12) IEC 60255-21-1 - Electrical relays - Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment - Section One: Vibration tests (sinusoidal)
13) IEC 60255-22-1 - Measuring relays and protection equipment - Part 22-1: Electrical disturbance tests - 1 MHz burst immunity tests
14) ABNT-NBR 7398 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio ASTM B571 - Standard practice for qualitative adhesion testing of metallic coatings
15) ABNT-NBR-7399 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio ASTM E376 - Standard practice for measuring coating thickness by magnetic-field or eddy-current (electromagnetic) examination methods
16) ABNT-NBR 7400 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio ASTM A239 - Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
17) ABNT-NBR 8096 - Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição ao dióxido de enxofre - Método de ensaio ISO 3231 - Paints and varnishes - Determination of resistance to humid atmospheres containing sulfur dioxide

18) ABNT-NBR 10505 - Óleo mineral isolante - Determinação de enxofre corrosivo - Método de ensaio ASTM D1552 - Standard test method for sulfur in petroleum products (high-temperature method)
19) ABNT-NBR 10621 - Isoladores utilizados em sistemas de alta tensão em corrente alternada – Ensaios de poluição artificial IEC 60507 Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems
20) ABNT-NBR 10710 - Líquido isolante elétrico - Determinação do teor de água - Método de ensaio ASTM D1533 - Standard Test Method for Water in Insulating Liquids by Coulometric Karl Fischer Titration
21) ABNT-NBR 11003 - Tintas - Determinação da aderência - Método de ensaio ISO 2409 - Paints and varnishes - Cross-cut test
22) ABNT-NBR 11407 - Elastômero vulcanizado - Determinação das alterações das propriedades físicas, por efeito de imersão em líquidos - Método de ensaio ASTM D471 - Standard test method for rubber property - Effect of liquids
23) ASTM D3455 - Standard test methods for compatibility of construction material with electrical insulating oil of petroleum origin
24) ABNT-NBR 11770 - Relés de medição e sistemas de proteção - Especificação IEC 60255-1 - Measuring Relays And Protection Equipment – Part 1: Common requirements
25) IEC 60255-5 Electrical Relays - Part 5: Insulation coordination for measuring relays and protection equipment - Requirements and tests
26) IEC 60255-11 Measuring relays and protection equipment – Part 11: Voltage dips, short interruptions, variations and ripple on auxiliary power supply port
27) ABNT-NBR 11902 - Hexafluoreto de enxofre para equipamentos elétricos – Especificação IEC 60376– Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in electrical equipment
28) ABNT-NBR 12133 - Líquidos isolantes elétricos - Determinação de fator de perdas dielétricas e da permissividade relativa (constante dielétrica) - Método de ensaio ASTM D924 Standard Test Method for Dissipation Factor (or Power Factor) and Relative Permittivity (Dielectric Constant) of Electrical Insulating Liquids
29) ABNT-NBR-IEC 60156 - Líquidos isolantes - Determinação da rigidez dielétrica à freqüência industrial - Método de ensaio IEC 60156 Insulating liquids - Determination of the breakdown voltage at power frequency - Test method
30) ABNT-NBR-IEC 60529 - Graus de proteção para invólucros dos equipamentos elétricos (Código IP) IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
31) ABNT-NBR-IEC 60694 - Especificações comuns para normas de equipamentos de manobra de alta tensão e mecanismos de comando IEC 60694 Common specifications for high voltage switchgear and controlgear standards
32) ABNT-NBR 10504 Óleo mineral isolante – Determinação da estabilidade à oxidação ASTM D2112 - Standard test method for oxidation stability of inhibited mineral insulating oil by pressure vessel
33) ABNT NBR 12134 Óleo mineral isolante - Determinação do teor de 2,6-di-terciário-butil paracresol - Método de ensaio ASTM D2668 - Standard test method for 2,6-ditertiary-butyl paracresol and 2,6-ditertiary-butyl phenol in electrical insulating oil by infrared absorption
34) Resolução ANP nº 25/2005 e seu Regulamento Técnico nº 4/2005 ASTM D3487 - Standard specification for mineral insulating oil used in electrical apparatus
35) NBR 6793 Ensaios climáticos e mecânicos - Ensaio Aa: Ensaio de frio com variação rápida de temperatura para espécimens que não dissipam calor IEC 60068-2-1 - Environmental testing - Part 2-1: Tests - Test A: Cold

36) NBR 6817 Ensaios básicos climáticos e mecânicos - Ensaio B - Generalidades sobre os ensaios de calor seco IEC 60068-2-2 - Environmental testing - Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat
37) ABNT NBR IEC 60068-2-30
38) Ensaios climáticos Parte 2-30: Ensaios - Ensaio Db: Calor úmido, Cíclico (ciclo de 12 h + 12 h) IEC 60068-2-30 - Environmental testing - Part 2-30: Tests - Test Db: Damp heat, cyclic (12 + 12 h cycle)
39) C37.90.1-1974
40) IEEE Guide for Surge Withstand Capability (SWC) Tests. Redesignation of ANSI C37.90a-1974

NOTAS:

1) A Norma a ser considerada predominante para esse fornecimento é a ANSI/IEEE C37.60 - Standard requirements for overhead, pad-mounted, dry vault and submersible automatic circuit reclosers and fault interrupters for alternating current.
2) Em alguns casos não há uma equivalência perfeita entre as normas ABNT e as normas internacionais citadas. Nesses casos devem prevalecer as normas da ABNT.
3) As últimas revisões dos documentos técnicos listados anteriormente devem ser consideradas aplicáveis, na data da abertura da Licitação.
4) É permitida a utilização de normas técnicas de outras organizações desde que elas assegurem qualidade igual ou superior à assegurada pelas normas citadas anteriormente e não contrariem esta Especificação. Se forem adotadas, elas devem ser citadas nos documentos da proposta e, caso a Contratante julgue necessário, o proponente deve fornecer um exemplar.
5) Todas as normas técnicas citadas como referência devem estar à disposição do inspetor ou diligenciador da Contratante no local da inspeção.

3. Definições e Terminologia

3.1. Operação automática

Capacidade do religador em completar uma determinada seqüência de operações por intermédio de um controle automático, sem necessidade da assistência de um operador.

3.2. Unidades de operação

Uma abertura seguida de uma operação de fechamento, sendo a abertura final também considerada como unidade de operação.

3.3. Tempos total de interrupção

Intervalo de tempo entre o instante em que se inicia o processo de abertura e o instante da extinção final de arco em todos os pólos.

3.4. Tempos de retardo

Tempo intencional de retardo definido entre o instante em que se inicia o processo de abertura e o instante em que o circuito de disparo é acionado.

3.5. Tempos de abertura dos contatos

Intervalo de tempo entre o instante em que o circuito de disparo é acionado e o instante da separação dos contatos principais no primeiro pólo a operar.

3.6. Tempos de abertura

Intervalo de tempo entre o instante em que se inicia o processo de abertura e o instante de separação dos contatos principais no primeiro pólo a operar.

3.7. Tempos de interrupção

Intervalo de tempo entre o instante em que o circuito de disparo é acionado e o instante de extinção final do arco em todos os pólos.

3.8. Tempos de arco

Intervalo de tempo entre o instante de separação dos contatos principais no primeiro pólo a operar e o instante de extinção final do arco em todos os pólos.

3.9. Tempos de religamento

Intervalo de tempo em que o religador permanece aberto entre o instante de extinção do arco em todos os pólos, após uma abertura automática, e o fechamento dos contatos principais em todos os pólos, por religamento automático

3.10. Tempos de rearme

Tempo necessário para o religador retornar ao início da seqüência de operações.

3.11. Seqüência de operações

É um conjunto de unidades de operação, até o bloqueio automático.

3.12. Controle integrado

Unidade constituída de um módulo de controle eletrônico multifuncional, destinada a realizar todas as funções de controle do religador, tais como: proteção por sobrecorrente, lógicas funcionais, religamentos, bloqueios, sinalizações, etc.

4. Condições gerais

4.1. Geral

Os religadores devem:

a) ser fornecidos completos com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, mesmo os não explicitamente citados nesta Especificação, no Edital de Licitação e no Pedido de Compra;

b) ter todas as peças correspondentes intercambiáveis quando de mesmas características nominais e fornecidas pelo mesmo fornecedor, de acordo com esta Especificação, para o mesmo Pedido de Compra.

4.2. Condições normais de serviço

Os religadores devem ser projetados para operar sob as seguintes condições normais de serviço:

a) sistema elétrico com neutro contínuo multiaterrado;
b) temperatura ambiente não superior a 40°C e temperatura ambiente média, num período de 24 h, não superior a 30°C;
c) temperatura ambiente mínima não inferior a -5°C;
d) altitude não superior a 1 000 m;
e) para equipamento destinado ao uso externo:
   - Pressão do vento não excedente a 700 Pa (70 dan/m), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 km/h;
   - Exposição direta à radiação solar e à intempérie;
f) inexistência de tremores de terra.

4.3. Placas de identificação

Os religadores e os comandos devem possuir uma placa de identificação de aço inoxidável, latão niquelado ou alumínio anodizado, fixada em local visível através de parafusos, rebites ou similar, contendo, pelo menos, as informações exigidas em 4.3.1 e 4.3.2, marcadas de forma legível e indelével:

4.3.1. A placa do religador deve conter as seguintes informações:

a) A expressão "RELIGADOR AUTOMÁTICO";
b) Nome e marca comercial do fabricante;
c) Tipo ou modelo;
d) Número de série de fabricação;
e) Mês e ano de fabricação;
f) Tensão nominal, em quilovolts;
g) Corrente nominal, em ampères;
h) Freqüência nominal, em hertz;
i) Capacidade de interrupção nominal, em quiloampères;
j) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, em quilovolts;
k) Massa, em quilogramas;
l) Tipo do óleo isolante (quando aplicável);
m) Volume de óleo isolante, em litros (quando aplicável);
n) Meio de interrupção.

4.3.2. A placa do comando deve conter as seguintes informações:

a) Nome do fabricante do controle;
b) Tipo do controle;
c) Número de série e data de fabricação do controle;
d) Tensão e faixa de alimentação do controle;
e) Tensão de controle e faixa;
f) Freqüência nominal;
g) Peso da unidade de controle.

4.4. Acondicionamento e transporte

4.4.1. Os religadores devem ser acondicionados completos, incluindo o sistema de controle, em embalagens individuais adequadas aos transportes marítimo, aéreo, ferroviário ou rodoviário (neste último caso, inclusive por estradas não pavimentadas), e que protejam o equipamento contra impactos acidentais durante as operações normais de carga e descarga.

4.4.2. As embalagens devem apresentar as seguintes características construtivas:

a) possuir bases com, no mínimo, as dimensões indicadas na Figura 1;

b) permitir o uso de empilhadeiras;

c) possibilitar o uso de pontes rolantes sendo que, nesse caso, a embalagem deve permitir a carga e a descarga através de alças de suspensão e/ou olhais de içamento localizados na tampa do religador, evitando possíveis esforços e danos às buchas e aos terminais;

d) permitir o empilhamento das embalagens para fins de transporte e/ou armazenamento (indicar empilhamento máximo).

4.4.3. Caso seja utilizada embalagem de madeira, esta deve ter qualidade no mínimo igual à do pinho de segunda, com espessura mínima de 25 mm e ser de origem certificada pelo FSC – "Forest Stewardship Council".

4.4.4. Os materiais empregados na confecção de quaisquer embalagens devem ser biodegradáveis, reutilizáveis ou recicláveis.

4.4.5. Cada embalagem deve trazer externamente as seguintes informações, marcadas de forma legível e indelével:

a) nome e/ou marca comercial do fabricante;

b) identificação completa do conteúdo;

c) destinatário (Nome da Distribuidora);

d) massa bruta do volume, em quilogramas;

e) outras informações que o Pedido de Compra exigir.

4.5. Garantia

4.5.1. O fornecedor deve dar garantia de 24 meses a partir da data de entrega no local indicado no Pedido de Compra, ou de 12 meses após a entrada em operação, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de material ou fabricação dos religadores recebidos.

NOTAS:

1) A garantia contra deficiência(s) de projeto deve prevalecer por prazo indeterminado.
2) A diferença entre as datas de fabricação e de entrega não deve ser superior a três meses.

4.5.2. Em caso de devolução dos religadores para reparo ou substituição, dentro do período de garantia, todos os custos de material e transporte, bem como para a retirada das peças com deficiência, para a inspeção, para a entrega e para a instalação dos religadores, novos ou reparados, serão de responsabilidade exclusiva do fornecedor.

4.5.3. Se o motivo da devolução for o mau funcionamento devido à deficiência de projeto, os custos serão de responsabilidade do fornecedor, independentemente de o prazo de garantia estar vencido ou não.

4.5.4. Quando for substituído ou reparado qualquer componente ou acessório, dentro do prazo de garantia, uma das três possibilidades seguintes para a extensão da garantia deve ser considerada:

a) se o defeito no componente ou no acessório não implicar em indisponibilidade do equipamento, nem a substituição afetar o funcionamento de outras partes, nem comprometer a integridade do equipamento, somente a garantia do componente ou acessório deve ser

renovada por mais 12 meses, contados a partir da nova entrada em operação;

b) se o defeito no componente ou acessório implicar em indisponibilidade do equipamento, mas a substituição não afetar o funcionamento de outras partes, nem comprometer a integridade do equipamento, o prazo de garantia do componente ou acessório deve ser renovada por mais 12 meses, contados a partir da nova entrada em operação, e a garantia do equipamento deve ser estendida por um período igual ao da indisponibilidade verificada;

c) se o defeito no componente ou no acessório implicar em indisponibilidade do equipamento, e a substituição afetar o funcionamento de outras partes ou, de alguma forma, comprometer a integridade do equipamento, a garantia deve ser renovada para todo o equipamento por mais 12 meses, contados a partir da nova entrada em operação.

4.6. Meio ambiente

4.6.1. No caso de fornecimento nacional, os fabricantes e fornecedores devem cumprir rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos religadores, a legislação ambiental brasileira - especialmente os instrumentos legais e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

4.6.2. No caso de fornecimento internacional, os fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem e as normas internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte dos religadores, até a entrega no local indicado pela CONTRATANTE. Ocorrendo transporte em território brasileiro, os fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental brasileira - especialmente os instrumentos e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

4.6.3. O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente, que possam incidir sobre a CONTRATANTE, quando derivadas de condutas praticadas por ele ou por seus subfornecedores.

4.6.4. No transporte dos religadores, o fornecedor deve atender as exigências do Ministério dos Transportes e dos órgãos ambientais competentes, especialmente as relativas à sinalização da carga.

4.6.5. A CONTRATANTE poderá verificar nos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das licenças de operação da unidade industrial e de transporte dos fornecedores e subfornecedores.

4.6.6. Visando orientar as ações da CONTRATANTE quanto à disposição final dos religadores retirados do sistema elétrico, o proponente deve apresentar, quando exigidas pela CONTRATANTE no Edital de Licitação, as seguintes informações:

a) Materiais usados na fabricação dos componentes dos religadores e respectivas composições físico-químicas de cada um deles;

b) Efeitos desses componentes no ambiente, quando de sua disposição final (descarte);

c) Orientações, em conformidade com as legislações ambientais aplicáveis, quanto à forma mais adequada de disposição final dos religadores, em particular do óleo isolante contido nos equipamentos (se for o caso) e dos componentes em contato com o óleo;

d) Disponibilidade do proponente e as condições para receber de volta os religadores de sua fabricação, ou por ele fornecidas, que estejam fora de condições de uso.
e) Uma via do manual de instruções cujo conteúdo deve estar dividido em seções com informações sobre manuseio, montagem, ensaios de tipo, operação e manutenção do religador e do controle eletrônico, lista de componentes do equipamento com os códigos do fabricante e curvas características tempo x corrente.

5. Condições específicas

5.1. Características nominais

As características nominais dos religadores são apresentadas na Tabela 2.

5.2. Características construtivas

5.2.1. Os religadores devem ter como meio isolante o gás SF6 ou isolamento sólido em material polimérico orgânico.

5.2.2. O meio de extinção deve estar conforme indicado na Tabela 2.

5.2.3. Não serão aceitos religadores que utilizem bobinas de fechamento conectadas à rede de média tensão.

5.2.4. O religador deve ser equipado com um dispositivo mecânico de operação manual para permitir sua abertura através de vara de manobra operada do nível do solo.

5.2.5. O religador deve ser equipado com um dispositivo elétrico e/ou mecânico para permitir seu fechamento manual.

5.2.6. O religador deve ser provido de indicador de posição dos contatos principais, se abertos ou fechados, visível do solo.

5.2.7. O religador deve possuir um contador de operações que indique o número de aberturas do religador. Para os religadores monofásicos, o contador de operações deve ter o mostrador visível do solo.

5.2.8. A caixa de controle do religador deve ter grau de proteção IP-53, conforme ABNT-NBR IEC 60529.

5.2.9. Os sensores de corrente (TCs) instalados no religador trifásico, devem apresentar os mesmos erros percentuais relativos e o desvio entre eles não deve exceder 5%.

5.2.10. O religador deve possuir, no mínimo, um conector de aterramento para cabo com seção 2 nominal de 35 mm2.

5.2.11. Os terminais de linha devem ser de liga de cobre, estanhados ou prateados, ou em liga de alumínio, com condutividade mínima de 35% IACS.

5.2.12. O religador deve ser provido de dois suportes para fixação em postes de concreto ou madeira, de resistência mecânica suficiente para suportar o peso do religador instalado.

NOTAS:

1) Os suportes devem ser localizados de tal maneira que não prejudiquem a operação manual do religador, quando instalado.
2) Caso o religador necessite de estrutura especial para montagem em poste, os desenhos da estrutura devem ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE.

5.2.13. Os religadores trifásicos devem ser providos de três sensores primários de tensão, instalados do mesmo lado, para medição de tensão e dos parâmetros da rede (potência ativa, potência aparente, potência reativa, etc. Esses sensores devem ser adequados para medição de tensão em sistemas de 13,8 kV e 34,5 kV.

5.2.14. Os terminais do religador devem ser indelevelmente marcados de forma a identificar claramente o lado em que a ligação está sendo feita, permitindo ao operador determinar o lado de fonte e o de carga, quando aplicável, devido a possibilidade de utilização de fluxo inverso.

5.2.15. O cabo de conexão entre o comando e o religador deve ter um comprimento mínimo de 7 m.

5.3. Material de confecção do tanque e proteção contra corrosão

5.3.1. Os tanques dos religadores deverão ser feitos de aço inoxidável ou de aço carbono, com a devida proteção contra corrosão. Não serão aceitos tanques feitos de alumínio.

5.3.2. A proteção anticorrosiva e a pintura de acabamento dos religadores devem atender às condições e exigências das Normas ABNT aplicáveis a galvanização e a pintura, levando-se em conta os aspectos de espessura, aderência e uniformidade.

5.3.3. Os religadores devem ser pintados na cor cinza-claro, notação Munsell N6.5, com espessura mínima da camada de 70 µm.

5.3.4. Todas as ferragens, exceto as de aço inoxidável, devem ser zincadas por imersão a quente, conforme a ABNT-NBR 6323 ou ASTM A123.5.4 Características operacionais e do sistema de controle

5.4. Características operacionais e do sistema de controle

5.4.1. Requisitos operacionais

5.4.1.1. O religador deve ser capaz de realizar até quatro unidades de operação consecutivas. Caso a última unidade de operação executada seja apenas de interrupção, o religador deve ser bloqueado na posição aberta.

5.4.1.2. Se o defeito na rede de distribuição que causou a operação do religador desaparecer antes do fim da seqüência de operações ajustada, o religador deve ficar fechado e, após o tempo de rearme, o mecanismo de controle deve voltar à posição inicial e ficar pronto para uma nova seqüência de operações.

5.4.1.3. Se após um dos religamentos forem restabelecidas as condições normais da rede de distribuição, o religador deve retornar à condição inicial, dentro do tempo de rearme ajustado, e estar pronto para realizar uma nova seqüência de operações completa, se necessário.

5.4.2. **Circuitos e componentes eletrônicos**

5.4.2.1. Os circuitos eletrônicos devem manter suas características na faixa de temperatura de -5°C a +60°C. Caso haja ligações elétricas externas, o sistema de controle deve ser protegido contra surtos de tensão, provenientes do circuito externo.

5.4.2.2. As placas dos circuitos impressos devem ser protegidas contra contaminação.

5.4.3. **Características de operação e controle dos religadores trifásicos**

5.4.3.1. O religador trifásico deve ter operação tripolar.

5.4.3.2. O religador trifásico deve possuir unidades de proteção de sobrecorrente de fase e terra.

5.4.3.3. O religador trifásico deve ter condição de realizar operação de abertura, automática ou manual, sempre que houver qualquer operação de fechamento. Em condição normal de operação, o religador deve permitir, no mínimo, o bloqueio de suas funções de religamento automático e de proteção de terra, tanto na posição aberta quanto na posição fechada, devidamente sinalizado.

5.4.3.4. O religador trifásico deve ser capaz de realizar qualquer seqüência de operações com aberturas rápidas ou temporizadas, com os tempos de religamento ajustados nos mínimos valores para os quais foi projetado, inclusive a opção de todas as operações de aberturas rápidas ou temporizadas, tanto para os defeitos entre fases quanto para os defeitos fase-terra.

5.4.3.5. O religador trifásico deve possuir tempos de religamento na faixa de 5 s a 180 s, preferencialmente em degraus de 1 s.

5.4.3.6. Os ajustes dos tempos de religamento devem ser independentes entre si.

5.4.3.7. O religador trifásico deve possuir valores de corrente de disparo de fase na faixa de 20 A a 800 A, preferencialmente em degraus de 1 A.

5.4.3.8. O religador trifásico deve possuir valores de corrente de disparo de terra na faixa de 10 A a 400 A, preferencialmente em degraus de 1 A.

5.4.3.9. A capacidade de interrupção do religador trifásico deve ser independente dos valores ajustados de correntes de disparo de fase e de terra, bem como da seqüência de operações ajustada.

5.4.3.10. O religador trifásico deve ser provido de função com possibilidade de ajuste que evite sua operação indevida, causada por correntes transitórias de energização de carga.

5.4.3.11. O religador deve ter filtro de harmônico de forma a evitar que o fluxo de correntes diferentes da fundamental (60 Hz) provoque operação indevida do equipamento.

5.4.3.12. O controle dos religadores trifásicos deve ter, no mínimo, as seguintes funções de ajuste:

a) Número de operações para bloqueio;
b) Número de operações rápidas ou temporizadas, de fase e de terra, ajustáveis independentemente;
c) Tempos de religamento independentes;
d) Tempo de rearme;
e) Corrente de disparo da proteção de fase;
f) Curvas características tempo x corrente de fase, ajustáveis, independentemente;
g) Corrente de disparo da proteção de terra;
h) Curvas características tempo x corrente de terra, ajustáveis, independentemente;
i) Ter pelo menos dois conjuntos de ajuste selecionáveis.nota: os ajustes das funções citadas anteriormente devem ser de fácil acesso e executados sem a necessidade de abertura do compartimento de alta tensão.

5.4.3.13. O controle dos religadores trifásicos deve atender aos requisitos de comunicação listados no item 7 e ter, além das funções de ajuste citadas em 5.4.3.12, os seguintes recursos:

a) A comunicação entre o Cubículo de Controle e o CSC ocorrerá através do sistema de telefonia celular GSM/GPRS, em operação no estado onde está localizada a Empresa de Distribuição da Eletrobrás, rádio VHF/UHF ou satélite.
   O cubículo de controle deverá disponibilizar 03 (três) portas de comunicação, sendo uma porta serial RS 232 para uma comunicação local via laptop para programação e parametrização, uma porta padrão 10baseT Ethernet para comunicação remota via Radio Digital Mesh e/ou WiMax e Fibra Óptica, e 01 (uma) porta serial RS232 para comunicação remota, através de outros meios – Rádio Analógico, GSM/GPRS e Satélite.
b) a comunicação com o sistema de supervisão e controle deve utilizar o protocolo de comunicação DNP 3.0. A implementação do protocolo DNP 3.0 deve ser totalmente compatível com o driver DNP do sistema de supervisão e controle, conforme o item 7;
c) a porta serial padrão RS-232 a ser utilizada para a comunicação com o sistema de supervisão e controle deverá permitir também comunicação remota com o software de parametrização fornecido pelo fabricante, de forma a possibilitar remotamente a parametrização dos ajustes e coleta de dados do controle do

religador e aquisição de dados de eventos. Para atender a essa condição a porta serial deverá reconhecer automaticamente, sem necessidade de intervenção local, o tipo de conexão a ser estabelecido, ou seja, comunicação com o sistema de supervisão e controle ou comunicação com o software de parametrização;

d) o software de parametrização fornecido pelo fabricante deverá permitir também a conexão discada com a unidade de controle do equipamento, de forma a se estabelecer a comunicação via sistema público de telefonia celular de tecnologia GSM ou através do sistema GPRS ou via modem;

e) a porta de comunicação à distância deve ser configurável. Para o protocolo DNP 3.0 deve ser utilizada a configuração 8N1 (8 bits de dados, sem paridade, 1 stop bit) e velocidade de 9600 bps. A velocidade de comunicação deve ser configurável. Deve ser configurável também a utilização dos sinais de controle, principalmente CTS e RTS. Os endereços do equipamento e também do sistema de supervisão e controle devem ser configuráveis, sendo que os demais requisitos do protocolo DNP 3.0 estão detalhados no item 7;

f) uma saída de alimentação auxiliar com tensão estabilizada, nível de ruído máximo de 100 mVpp (100 milivolts pico a pico), na faixa de 12 Vcc a 24 Vcc, capacidade mínima de corrente de saída de 1,5 A;

g) unidade de controle com interface homem-máquina local e que permita sua parametrização completa, supervisão de todas as informações e a execução de todos os comandos citados no item 7 e a visualização dos estados também conforme o item 7.

5.5. Configuração

A configuração dos pontos deverá ser feita através de ferramentas de software que serão executadas em um computador tipo PC compatível, possibilitando a modificação da base de dados, através de substituição de cartões ou chips de memória apagável (EEPROM ou EPROM), previamente gravados em laboratório. As ferramentas de software necessárias para a edição da base de dados dos Cubículos de Controle, pelo comprador, independentemente do fabricante, deverão fazer parte integrante do fornecimento. Estas ferramentas de software devem ser executadas em um computador PC compatível do tipo "notebook" (deverá ser incluído um notebook para cada grupo de 30 religadores a ser fornecido. Todos os notebooks deverão ser entregues ã CONTRATANTE totalmente configurados e com todos os softwares específicos para cada tipo de religador).

5.6. Fonte de Alimentação

Cada conjunto Cubículo de Controle / Religador deve ser fornecido com uma fonte de alimentação alternativa através de retificador/carregador e bateria recarregável do tipo selada, com capacidade que proporcione autonomia de pelo menos 10 (dez) horas de funcionamento do Cubículo de Controle e demais equipamentos, inclusive os equipamentos de comunicação (modem). Ela deve suportar no mínimo duas operações de abertura e duas operações de fechamento com os equipamentos de comunicação ativados.

A vida útil estimada da bateria deve ser de 5 anos (no mínimo).

A fonte de alimentação utilizará tensão de entrada de 220 VAC, 47 a 63 Hz.

O equipamento de supervisão deve ser projetado para funcionar devidamente através de toda a faixa de tensão e freqüência especificada.

A fonte de alimentação deverá atender no mínimo às seguintes especificações:

- Entradas e saídas isoladas galvanicamente para suportar até 300 VDC;

- IEEE Std. 472-1974, ANSI C37.90A-1974 Capacidade de Suporte de Surtos;
- Entradas protegidas por fusíveis e contra polaridade inversa;
- Proteção contra sobrecarga;
- Proteção contra sobretensão.
- Alimentação para o rádio ou modem ótico.
- Alimentação do circuito de abertura e fechamento.

O PROPONENTE deverá incluir, em sua proposta, o custo de integração dos equipamentos indicados pela CONTRATANTE na Tabela 3 e garantir a compatibilidade da interligação entre o Cubículo de Controle e o software SCADA do CSC da CONTRATANTE, através do protocolo DNP 3.0, no modo “unsolicited”, e o sistema celular GSM/GPRS, como também incluir no fornecimento, os programas computacionais (software), módulos e/ou unidades (hardware) e toda a documentação técnica, necessários para a implementação, com plena funcionalidade a comunicação entre o Cubículo de Controle e o CSC.

6. Inspeção

6.1. Geral

6.1.1. A inspeção compreende a execução dos ensaios de rotina e, quando exigidos pela CONTRATANTE no Edital de Licitação, dos ensaios de tipo e especiais.

6.1.2. Se exigidos, os ensaios de tipo e especiais devem:

a) Ser realizados no laboratório do fornecedor, desde que previamente homologado pela CONTRATANTE, ou em laboratório de instituição oficial;
b) Ser realizados, em qualquer hipótese, em amostras escolhidas aleatoriamente e retiradas da linha normal de produção pelo inspetor da CONTRATANTE ou por seu representante legal;
c) Ser acompanhados, em qualquer hipótese, pelo inspetor da CONTRATANTE ou por seu representante legal.

6.1.3. De comum acordo com a CONTRATANTE, o fornecedor poderá substituir a execução de qualquer ensaio de tipo ou especial pelo fornecimento do relatório do mesmo ensaio, desde que executado em religadores idênticos aos ofertados, sob as mesmas condições de ensaio, e que atenda aos requisitos de 6.1.2.

6.1.4. A CONTRATANTE se reserva o direito de efetuar os ensaios de tipo e especiais para verificar a conformidade dos religadores com os relatórios de ensaio exigidos com a proposta.

6.1.5. O lote para inspeção compreende todas as unidades de mesmas características fornecidas de uma só vez.

6.1.6. O fornecedor deve dispor de pessoal e aparelhagem, própria ou contratada, necessária à execução dos ensaios (em caso de contratação, deve haver aprovação prévia da CONTRATANTE).

6.1.7. A CONTRATANTE se reserva o direito de enviar inspetor devidamente credenciado, com o objetivo de acompanhar qualquer etapa de fabricação e, em especial, presenciar os ensaios.

6.1.8. O fornecedor deve assegurar ao inspetor da CONTRATANTE, o direito de se familiarizar, em detalhes, com as instalações e com os equipamentos a serem utilizados, estudar as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar os ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar nova inspeção e exigir a repetição de qualquer ensaio.

6.1.9. O fornecedor deve possibilitar ao inspetor da CONTRATANTE livre acesso a laboratórios e a locais de fabricação e de acondicionamento.

6.1.10. A inspeção deverá ser solicitada pelo fornecedor à CONTRATANTE, com antecedência mínima de 7 (sete) dias úteis, no caso de inspeção no Brasil, e de 30 (trinta) dias, no caso de inspeção no exterior, em relação à data prevista para o início da inspeção.

6.1.11. O fornecedor deve apresentar, ao inspetor da CONTRATANTE, certificados de calibração dos instrumentos de seu laboratório ou do contratado a serem utilizados na inspeção, nas medições e nos ensaios do equipamento ofertado, emitidos por órgão credenciado pelo INMETRO, ou por organização oficial similar em outros países. A periodicidade máxima dessa calibração deve ser de um ano, podendo acarretar a desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência. Períodos diferentes do especificado poderão ser aceitos, mediante acordo prévio entre a CONTRATANTE e o fornecedor.

NOTA: Os certificados de calibração devem conter, preferencialmente, as seguintes informações:

a) Descrição do instrumento calibrado;
b) Procedimento adotado para calibração;
c) Padrões rastreáveis;
d) Resultados da calibração e a incerteza de medição;

e) Data da realização da calibração e data prevista para a próxima calibração;

f) Identificação do laboratório responsável pela calibração;g) nomes legíveis e assinaturas do executante da calibração e do responsável pelo laboratório de calibração.

6.1.12. 6.1.12 Todas as normas técnicas, especificações e desenhos citados como referência devem estar à disposição do inspetor da CONTRATANTE no local da inspeção.

6.1.13. Os subfornecedores devem ser cadastrados pelo fornecedor sendo este o único responsável pelo controle daqueles. O fornecedor deve assegurar à CONTRATANTE o acesso à documentação de avaliação técnica referente a esse cadastro.

6.1.14. A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:

a) Não eximem o fornecedor da responsabilidade de fornecer o equipamento de acordo com os requisitos desta Especificação;

b) Não invalida qualquer reclamação posterior da CONTRATANTE a respeito da qualidade do equipamento e/ou da fabricação. Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fornecedor e, se necessário, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fornecedor.

6.1.15. Caso se constate alteração do projeto do religador sem prévio aviso e concordância da CONTRATANTE, a repetição dos ensaios de tipo será exigida, na presença do inspetor da CONTRATANTE, sem ônus para a CONTRATANTE.

6.1.16. A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fornecedor de cumprir as datas de entrega prometidas. Se, na opinião da CONTRATANTE, a rejeição tornar impraticável a entrega do equipamento nas datas previstas, ou se tornar evidente que o fornecedor não será capaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta Especificação, a CONTRATANTE se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e de obter o equipamento de outro fornecedor. Em tais casos, o fornecedor será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

6.1.17. Todas as unidades rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fornecedor, sem ônus para a CONTRATANTE.

6.1.18. O custo dos ensaios de rotina deve ser por conta do fornecedor.

6.1.19. A CONTRATANTE se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade:

a) da CONTRATANTE, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção;

b) do fornecedor, em caso contrário.

6.1.20. Os custos da visita do inspetor da CONTRATANTE (locomoção, hospedagem, alimentação, homens-hora e administrativo) correrão por conta do fornecedor nos seguintes casos:

a) se o equipamento estiver incompleto na data indicada na solicitação de inspeção;

b) se o laboratório de ensaio não atender às exigências de 6.1.6, 6.1.11 e 6.1.12;

c) se o equipamento fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em instalações de sub-fornecedor contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sede do fornecedor;

d) devido à re-inspeção do equipamento por motivo de reprovação nos ensaios.

6.2. Relatório dos ensaios

6.2.1. O relatório dos ensaios deve ser providenciado pelo fornecedor e conter, no mínimo, as seguintes informações:

a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
b) número do Pedido de Compra;
c) descrição sucinta dos ensaios;d) condições ambientes do local de ensaio;
d) normas técnicas, dispositivos e esquemas dos ensaios realizados;
e) memórias de cálculo, com os resultados obtidos e eventuais observações;
f) tamanho do lote, número e identificação das unidades amostradas e ensaiadas;
g) datas de início e término dos ensaios e de emissão do relatório;
h) nome do laboratório onde os ensaios foram executados;
i) nomes legíveis e assinaturas do inspetor da CONTRATANTE e do responsável pelos ensaios.

6.2.2. O inspetor da CONTRATANTE deve liberar o equipamento somente após receber três vias do relatório dos ensaios, três vias da lista de embarque, três vias do certificado de ensaio do óleo isolante em papel e três vias do manual de instruções e desenhos e eventuais programas para parametrização do relé, gravados em CD.

6.2.3. No prazo de até 20 dias após o término da inspeção, o fornecedor deve fornecer em CD (2 vias), cópia dos manuais, catálogos, softwares , relatórios dos ensaios de rotina e tipo realizados nos equipamentos. Os CDs devem ser identificados com o número do Pedido de Compra, nome do fabricante e modelo do religador.

6.2.4. Cada religador deve vir acompanhado de um CD contendo as mesmas informações citadas em 6.2.3.

6.3. Condições gerais para execução dos ensaios

6.3.1. Condição do religador a ser ensaiado.

O religador deve ser novo, estar completo com todos os seus componentes e acessórios conectados, e montado de acordo com as suas condições normais de serviço.

6.3.2. Aterramento

Todas as partes do religador passíveis de aterramento, bem como o seu dispositivo de controle, devem estar devidamente aterradas.

6.3.3. Frequência

A frequência da fonte de alimentação deve ser de 60 Hz ± 5%.

6.3.4. Tensão de controle

O religador deve ser ensaiado na condição mais desfavorável de tensão de alimentação do controle.

6.4. Ensaios de rotina

6.4.1. Inspeção visual

6.4.1.1. Antes de serem efetuados os demais ensaios de rotina, o inspetor deve proceder a uma inspeção visual dos religadores, em um número de unidades de acordo com a Tabela 1, verificando:

a) Acabamento e aspecto geral, inclusive dos acessórios;
b) Identificação e acondicionamento;
c) Parte ativa: efetuar a abertura dos religadores e içar a parte ativa.

NOTA:

Caso haja acompanhamento de fabricação por parte da CONTRATANTE, a inspeção visual da parte ativa poderá ser realizada durante a fabricação, a critério do inspetor.

6.4.1.2. A não conformidade do religador em qualquer um dos requisitos de 6.4.1.1 resultará em sua rejeição.

6.4.2. Verificação dimensional

6.4.2.1. As características dimensionais dos religadores devem ser comparadas com as dimensões correspondentes do desenho do fornecedor, previamente aprovado pela CONTRATANTE, em um número de unidades de acordo com a Tabela 1.

6.4.2.2. O religador deve ser considerado aprovado no ensaio se as suas dimensões estiverem em conformidade com as dimensões correspondentes contidas no desenho.

6.4.3. Demais ensaios de rotina

Devem ser realizados previamente pelo fornecedor em todas as unidades do lote em fornecimento, sendo que os ensaios de 6.4.3.1 a 6.4.3.8 devem ser repetidos na presença do inspetor da CONTRATANTE, em um número de unidades conforme indicado na Tabela 1.

6.4.3.1. Tensão suportável nominal em freqüência industrial a seco no circuito principal

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT-NBR-IEC 60694 ou ANSI/IEEE C37.60, em todas as unidades do lote, adotando-se os valores da Tabela 1.

6.4.3.2. Religamento e calibração da corrente de disparo (fase e terra)

6.4.3.2.1. Circuito de ensaio.

O religador deve ser conectado a uma fonte de corrente alternada, de baixa tensão, em série com um dispositivo religador de tensão.

6.4.3.2.2. Procedimento de ensaio

O ensaio deve ser realizado conforme descrito na ANSI/IEEE C37.60, devendo ser realizadas, no mínimo, as seguintes verificações:a) corrente mínima de atuação;b) ajustes de disparo;c) verificação da curva tempo x corrente.

6.4.3.2.3. Critério de aprovação

O religador deve ser considerado aprovado no ensaio se operar na faixa de ± 5% do valor de corrente ajustado.

6.4.3.3. Operação mecânica

6.4.3.3.1. Condições de ensaio

Devem ser propiciadas condições ao religador para que ele efetue a sua operação de fechamento. Caso o religador necessite de alimentação elétrica para a operação, esta deve ser a tensão nominal de alimentação.

6.4.3.3.2. Procedimento de ensaio

O ensaio deve ser executado conforme descrito na ANSI/IEEE C37.60, devendo ser realizado:

a) operação de abertura manual utilizando alavanca de operação;

b) 25 operações consecutivas para verificação da performance do mecanismo, seqüência de operações e tempos dos dispositivos.

6.4.3.3.3. Critério de aprovação

O religador deve ser considerado aprovado no ensaio se realizar as sequências completas de aberturas e fechamentos sem qualquer anormalidade

6.4.3.4. Descargas parciais

6.4.3.4.1. Procedimento de ensaio

O ensaio deve ser executado conforme descrito na ANSI/IEEE C37.60, sendo que o limite máximo de descarga deve ser o declarado pelo fornecedor em sua proposta

6.4.3.4.2. Critério de aprovação

O religador deve ser considerado aprovado no ensaio se o valor medido de descarga for igual ou inferior ao estabelecido pelo fornecedor, devendo ser recusadas as unidades que apresentarem valores superiores ao valor declarado pelo fornecedor.

6.4.3.5. Medição da resistência ôhmica do circuito principal

6.4.3.5.1. Procedimento de ensaio O ensaio deve ser realizado conforme a ABNT-NBR-IEC 60694.

6.4.3.5.2. Critério de aprovação

O religador deve ser considerado aprovado no ensaio se o valor medido for igual ou inferior ao estabelecido pelo fornecedor.

6.4.3.6. Tensão suportável nominal em freqüência industrial nos circuitos auxiliares e de comando

6.4.3.6.1. Procedimento de ensaio

Deve ser realizado de acordo com a ABNT-NBR 7116.

6.4.3.6.2. Critério de aprovação

O critério de aceitação é o da Tabela 1.6.4.3.7

6.4.3.7. Verificação da simultaneidade dos

6.4.3.7.1. Procedimento de ensaio

A diferença máxima entre os instantes de toque dos contatos durante o fechamento, bem como a diferença entre os instantes de separação dos contatos na abertura, não devem exceder meio período da frequência nominal.

6.4.3.7.2. Critério de aprovação

O critério de aceitação é o da Tabela 1.

6.4.3.8. Ensaios no óleo isolante (quando aplicável)

Devem ser executados os seguintes ensaios no óleo isolante, em um número de unidades de religadores de acordo com a Tabela 1:

a) Rigidez dielétrica;
b) Tensão interfacial;
c) Teor de água;
d) Fator de perdas dielétricas a 100°c;
e) Enxofre corrosivo.

6.4.3.9. Ensaios da pintura

6.4.3.9.1. Aderência da película

O ensaio deve ser efetuado de acordo com a ABNT-NBR 11003 e/ou ISO 2409 diretamente no religador, em um número de unidades de acordo com a Tabela 1, escolhidas aleatoriamente pelo inspetor da CONTRATANTE. O religador deve ser considerado aprovado no ensaio se for alcançado o grau GR0 ou GR1.

6.4.3.9.2. Espessura da película

O ensaio deve ser efetuado de acordo com a ASTM E376 em um número de unidades de acordo com a Tabela 1, escolhidas aleatoriamente pelo inspetor da CONTRATANTE.

6.4.3.10. Zincagem por imersão a quente

Devem ser verificadas as seguintes características da camada de zinco obtida por imersão a quente, em ferragens retiradas de uma quantidade de religadores determinada conforme a Tabela 1:

a) Aderência, conforme a ABNT-NBR 7398 ou ASTM B571;
b) Espessura, conforme a ABNT-NBR 7399 ou ASTM E376;
c) Uniformidade, conforme a ABNT-NBR 7400 ou ASTM A239.

O religador deve ser considerado aprovado no ensaio se os resultados obtidos estiverem de acordo com a ABNT-NBR 6323 ou com a ASTM A123 e com as normas citadas em 6.4.3.10.1.

6.5. Ensaios de tipo

A CONTRATANTE somente admitirá inspecionar religadores que já tenham sido submetidos aos ensaios de tipo prescritos nas Normas ABNT e Internacionais aplicáveis a esse tipo de equipamento. Tendo em vista esse objetivo deverão ser enviados juntamente com as propostas relatórios dos ensaios de tipo a seguir relacionados, realizados em unidades idênticas às ofertadas. A ausência desses relatórios implicará ou na desqualificação das propostas incompletas ou na realização desses ensaios sem ônus para a Contratante.

6.5.1. Tensão suportável nominal de impulso atmosférico

O ensaio deve ser realizado com aplicações de impulso com forma de onda 1,2/50 μs e de acordo com o especificado na ANSI/IEEE C37.60, devendo os valores estar de acordo com a Tabela 1.Os impulsos devem ser aplicados nas seguintes posições:

a) Com o religador fechado e com o tanque aterrado;
b) Com o religador aberto e o outro lado ligado para o tanque aterrado;
c) Invertendo a posição do teste anterior;
d) Com o religador fechado e aplicando-se tensão na fase central com as fases laterais ligadas para o tanque e aterradas;

6.5.2. Tensão suportável nominal em freqüência industrial sob chuva

Deve ser realizado conforme a ANSI/IEEE C37.60.

6.5.3. Elevação de temperatura

Deve ser realizado conforme a ANSI/IEEE C37.60, sendo o critério de aprovação de acordo com o estabelecido na norma ANSI citada.

6.5.4. Ensaios de operação

6.5.4.1. Abertura de correntes de carga (load switching test)

Deve ser realizado de acordo com o estabelecido na ANSI/IEEE C37.60. Devem ser realizadas10 operações, no mínimo, com 100% da corrente nominal do equipamento.

6.5.4.2. Interrupção de correntes de linha e de cabos a vazio

Os ensaios devem ser realizados de acordo com o estabelecido na ANSI/IEEE C37.60. Para cada ensaio devem ser realizadas 20 operações. A corrente de ensaio deve ser a máxima corrente que o religador é capaz de interromper em cada situação.

6.5.5. Estanqueidade da caixa de controle

Deve ser realizado de acordo com a ABNT-NBR IEC 60529.

6.5.6. Verificação da característica tempo x corrente

As condições de ensaio devem ser conforme especificado em 6.3 e com o estabelecido a seguir, com exceção dos requisitos de montagem e aterramento, que não são obrigatórios. Devem ser obtidos dados na faixa que vai desde a corrente mínima de disparo até a corrente de interrupção nominal. O ensaio deve ser realizado de acordo com a ANSI/IEEE C37.60, utilizando-se o método A ou B.

6.5.7. Ensaios de interrupção

Consiste em uma unidade de religador que, por ter sido submetida a este ensaio de tipo, não deve fazer parte do fornecimento. As condições gerais para realização dos ensaios são as estabelecidas na ANSI/IEEE C37.60.

6.5.7.1. Operação automática

Deve ser realizado de acordo com o estabelecido na ANSI/IEEE C37.60.

6.5.7.2. Determinação da capacidade de interrupção nominal

O ensaio de ciclo de operações definido em 6.5.7.3 serve de base para a determinação da corrente nominal de interrupção, desde que os requisitos definidos na ANSI/IEEE C37.60 sejam atendidos.

6.5.7.3. Ciclo de operações

O ensaio de ciclo de operações deve ser realizado de acordo com o estabelecido na ANSI/IEEE C37.60.

Após o ensaio de ciclo de operações o religador deve estar nas condições abaixo:

a) Condições mecânicas: o religador deve estar substancialmente nas mesmas condições mecânicas de antes do inicio do ensaio e deve ser capaz de realizar operações automáticas e manuais. Os contatos de arco e outras partes especificadas pelo fornecedor podem estar desgastados. Se a extinção for em óleo, este pode apresentar-se com a aparência de queimado e com o volume normal reduzido;
b) Condições elétricas: o religador deve ser capaz de suportar 80% da tensão suportável nominal à freqüência industrial por 1 min e conduzir a corrente nominal na posição fechada, porém, podendo exceder a elevação de temperatura especificada sem causar danos aos seus componentes elétricos e de isolação.

NOTA:

Após a realização do ensaio de ciclo de operações, não se deve deduzir se o religador é capaz de manter a sua capacidade de interrupção nominal, sem inspeção ou manutenção.

6.5.8. Verificação da capacidade de restabelecimento

A realização do ensaio de ciclo de operações definido em 6.5.7.3 é suficiente para verificar a capacidade de restabelecimento do religador.

6.5.9. Ensaio de operações mecânicas

6.5.9.1. Amostragem

Consiste em uma unidade de religador escolhida aleatoriamente do lote e que, por ter sido submetida a este ensaio de tipo, não deverá fazer parte do fornecimento. O religador deve ser ensaiado de acordo com a ANSI/IEEE C37.60.

6.5.9.2. Procedimento de ensaio

O religador deve ser ensaiado em conformidade com a Norma ANSI/IEEE C37.60, considerando-se o crit´rios de aprovação definido nessa Norma.

6.5.10. Corrente suportável nominal de curta duração e do valor de crista nominal da corrente suportável

Consiste em uma unidade de religador que, por ter sido submetida a este ensaio de tipo, não deve fazer parte do fornecimento. Deve ser realizado conforme a ABNT-NBR IEC 60694.

NOTA:

Para a realização desse ensaio, todos os circuitos de controle para operação do religador devem estar desligados para que o religador permaneça na posição fechada durante a circulação de corrente.

6.5.11. Ensaios no controle integrado

6.5.11.1. Geral

Os ensaios no controle integrado podem ser realizados com o controle montado em separado do religador, desde que as condições normais de operação sejam atendidas. Entretanto, os ensaios de 6.5.11.3.1, alíneas c)

e d), devem ser realizados com o religador completamente montado. Os elementos que compõem o controle integrado a serem ensaiados são:

a) Entrada da fonte de alimentação de baixa tensão;
b) TP's e TC's ou ambos, conectados aos elementos de circuito de controle;
c) Cabos de interligação do religador ao circuito de controle.

6.5.11.2. Ensaios de isolamento

Devem ser realizados os seguintes ensaios, conforme a IEC 60255-5:

a) Suportabilidade à tensão de impulso, com tensão de ensaio de 5 kv de pico, com três impulsos de polaridade positiva e três de polaridade negativa.
b) Tensão suportável nominal em freqüência industrial nos circuitos auxiliares e de comando. O valor mínimo de tensão a ser aplicado deve ser de 2kv. O critério de aceitação é o estabelecido na IEC 60255-5.

6.5.11.3. Ensaios de susceptibilidade

a) distúrbio de alta freqüência, conforme a IEC 60255-22-1, utilizando grau de severidade 2;
b) transitórios rápidos - trem de pulsos, conforme a IEC 61000-4-4, adotando-se nível de severidade 4. Os pontos de aplicação de descarga deverão ser previamente acordados entre a CONTRATANTE e o fornecedor, considerando as recomendações da norma;
c) distúrbio de campo eletromagnético radiado, conforme a IEC 60255-22-3, adotando-se o nível de severidade indicado nela;
d) descarga eletrostática, de acordo com a IEC 60255-22-2, adotando-se nível de severidade 2. Os pontos de aplicação de descarga deverão ser previamente acordados entre a CONTRATANTE e o fornecedor, considerando as recomendações da norma.

6.5.11.4. Ensaios climáticos

O controle integrado deve ser submetido aos seguintes ensaios climáticos:

a) ensaios de calor: Deve ser realizado de acordo com a IEC 60068-2-2, considerando-se temperatura de 40°C e duração de 72 h. Deve ser utilizado o método de teste Be. Os critérios de aceitação são os da norma citada.
b) ensaios de frio: Deve ser realizado de acordo com a IEC 60068-2-1, considerando-se temperatura de - 5°C e duração de 72 h. Deve ser utilizado o método de teste Ad. O controle deve ser considerado aprovado no ensaio se, a cada 6 h, durante o teste, o comando operar corretamente, abrindo e fechando o religador, local e remotamente.
c) ensaios de temperatura e umidade: Deve ser realizado de acordo com a IEC 60068-2-30. O grau de severidade deve ser tal que a temperatura máxima seja de 55°C por dois ciclos. O controle deve ser considerado aprovado no ensaio se, após o primeiro e segundo ciclos, o comando operar corretamente, abrindo e fechando o religador, local e remotamente.

6.5.12. Ensaios na pintura

6.5.12.1. Exposição ao dióxido de enxofre O corpo-de-prova deve ser submetido a 6 ciclos com atmosfera 2,0S, de acordo com a ABNT- NBR 8096, porém, sem o corte na pintura, ou conforme a ISO 3231. A pintura, após o ensaio,

não deve apresentar perda de aderência, bolhas, ferrugem, mudança de cor ou defeitos similares.

6.5.12.2. Umidade a 40°C O corpo-de-prova deve ser colocado verticalmente em uma câmara com umidade relativa de 100% e temperatura ambiente de (40 ± 1)°C. Após 240 h de exposição contínua, a pintura não deve apresentar empolamento ou defeitos similares.

6.5.12.3. Impermeabilidade O corpo-de-prova deve ter 1/3 de sua área imersa em água destilada a (37,8 ± 1,0)°C. Após 72 h de exposição contínua, a pintura não deve apresentar empolamento ou defeitos similares.

6.5.12.4. Névoa salina Com uma lâmina cortante, romper o filme até atingir o metal base, de tal forma que seja traçado um "X" sobre o painel. O corpo-de-prova deve resistir a 120 h de exposição contínua à névoa salina (solução a 5% de NaCl em água), devendo ser mantido em posição vertical com a face rompida voltada para o atomizador. Após o ensaio, a pintura não deve apresentar empolamento ou defeito similar, e a penetração máxima sob os cortes traçados não deve exceder a 4 mm.

6.5.12.5. Resistência da pintura interna ao óleo isolante (quando aplicável) Deve ser realizado conforme a ABNT-NBR 6529. O corpo-de-prova deve ser imerso em óleo isolante a uma temperatura de (110 ± 2)°C, durante 48 h, e a pintura não deve apresentar alterações após o término do ensaio.

6.5.12.6. Compatibilidade da pintura interna com o óleo isolante (quando aplicável)

6.5.12.6.1. Deve ser realizado conforme a ASTM D3455. A área pintada do corpo-de-prova a ser imersa em um litro de óleo deve ser dada por:

$$Acp = 4\,x\left(\frac{At}{Vt}\right)$$

Onde:

Acp = área do corpo de prova a colocado em um litro de óleo em metros quadrados;

At*:* área da superfície interna do religador em contato com o óleo isolante, em metros quadrados;

Vt: volume total de óleo do religador, em litros.

6.5.12.6.2. Após o ensaio, as propriedades do óleo no qual foram colocados os corpos-de-prova devem ser as seguintes:

a) Tensão interfacial a 25°C (mínimo); 0,034 N/m;
b) Índice de neutralização (variação máxima): 0,03 mg KOH/g;
c) Rigidez dielétrica (mínimo): 25,8 kv/2,54 mm;
d) Fator de potência a 100°C (máximo): 1,6%;
e) Cor (variação máxima): 0,5.

6.5.13. Ensaios no revestimento de zinco (quando aplicável)

A CONTRATANTE deve receber amostras, em quantidade que ficará a seu critério, das ferragens que serão utilizadas nos religadores e que devem ser submetidas aos seguintes ensaios:

a) Exposição ao dióxido de enxofre, conforme 6.5.12.1.
b) Névoa salina, conforme 6.5.12.4.

7. Protocolo DNP 3.0 para automação de religadores

7.1. Requisito básico de comunicação

O Controle ou Relé de Controle do Religador deve se comunicar, no mínimo, através do protocolo de comunicação DNP 3.0. O proponente deve relacionar os protocolos de comunicação que o controle eventualmente possua além do DNP 3.0.

O DNP 3.0 ofertado deve ser compatível com o fornecido pela ASE, atendendo parcialmente o nível 2 e ainda, os objetos pertinentes ao reporte não solicitado de exceção.

O proponente deve anexar em sua proposta o documento DNP V3.00 Device Profile Document completo, referente ao seu produto, conforme definido no documento DNP V3.00 Subset Definitions, do DNP Users Group.

Esse documento deve necessariamente conter a Implementation Table, com indicação explícita dos objetos que o Controle efetivamente suporta, lista de pontos digitais e analógicos de entrada e saída do equipamento, informações de configuração do protocolo (timeouts de comunicação no nível das camadas de link e aplicação, repetição de mensagens, etc.) e demais requisitos especificados pelo DNP Users Group para composição do Device Profile Document

7.2. Informações mínimas a serem enviadas para o Sistema de Supervisão e Controle

ESTADOS

- Estado do religador (aberto/fechado)
- Religamento automático (em serviço/fora de serviço)
- Proteção de terra (em serviço/fora de serviço)
- Chave seletora (local/remoto)
- Estado da unidade de controle (normal/falha)
- Alimentação CA (normal/falha)
- Condição do religador (bloqueado/normal)
- Hot Line (ativado/desativado) (Serviço Linha Viva)
- Curva de Proteção principal (ativada/desativada)
- Curva de Proteção Alternativa (ativada/desativada)
- Carga da Bateria (normal/baixa)

EVENTOS COM RESOLUÇÃO MAX. DE 10 ms

- Religador (aberto/fechado)
- Proteções atuadas por fase (bandeirolas)
- Proteção de neutro atuada
- Proteção de terra (em serviço/fora de serviço)
- Religamento automático (em serviço/fora de serviço)

MEDIÇÕES

- Corrente na fase vermelha- Corrente na fase azul
- Corrente na fase branca- Corrente de neutro
- Tensão na fase vermelha- Tensão na fase azul
- Tensão na fase branca- Potência ativa em cada fase
- Fator de potência em cada fase- Energia

CONTADORES DE OPERAÇÃO

7.3. A unidade de controle deverá executar, no mínimo, os seguintes comandos recebidos do Sistema de Supervisão e Controle:

- Abertura do religador;
- Fechamento do religador;
- Bloqueio do religamento automático;
- Desbloqueio do religamento automático;
- Bloqueio proteção de terra;
- Desbloqueio proteção de terra;
- Ativar/desativar função hot line;

- Ligar teste de bateria (opcional, caso o teste seja realizado automaticamente pelo controle);
- Restabelecer bandeirolas;
- Ativar curva de proteção principal;
- Ativar curva de proteção alternativa.

NOTA:

Ao ativar uma curva, a outra é desativada automaticamente.

7.4. Requisitos específicos de implementação do protocolo DNP 3.0

Para a supervisão e controle dos religadores à distância, pelo Centro de Controle, será necessária a implementação das seguintes funções suportadas pelo protocolo DNP 3.0:

a) Reset Link: garante a normalização do link de comunicação após uma falha ou ruído qualquer do meio de comunicação;
b) Habilitação do reporte de exceção: habilita o dispositivo remoto a tomar a iniciativa de comunicação para reporte de alguma anomalia. As anomalias que gerarão a mensagem de reporte serão objeto de parametrização do dispositivo remoto;
c) Desabilitação do reporte de exceção: possibilita o bloqueio remoto do reporte de exceção para evitar, por exemplo, a ocupação com freqüência elevada do meio de comunicação em função de uma parametrização incorreta do dispositivo remoto ou de alguma anomalia no mesmo ou no sistema elétrico;
d) Varredura de classe 0 (objeto 60 - variação 1 - qualificador 06): para ler as variáveis designadas como "classe 0": todos os estados, medições e contadores em seu estado atual;
e) Varredura de classe 1/2/3 (objeto 60 - variação 2/3/4 - qualificador 06): para ler as variáveis designadas como "classe 1", "classe 2" e "classe 3". Essas varreduras são consideradas leituras de mudanças, somente são reportados os pontos que variaram desde a última leitura;
f) Comando tipo SBO –Select Before Operate (Control Block- objeto 12 - variação 1 -qualificador 28): para atuar em saídas digitais alterando estados do dispositivo remoto (saídas devem ser do tipo " latch ", ou seja, um comando para atuar, outro diferente para desatuar, exceto comando para execução de testes);
g) Comando direto: para atuar em variáveis digitais do dispositivo remoto;
h) Set-point: para atuação em variáveis de 16 bits ou 32 bits;
i) Unsolicited Response: mensagem originada no dispositivo remoto para alertar a ocorrência de uma exceção nesse dispositivo (alteração de estado, alteração de medição acima de uma faixa definida, etc.);
j) Sincronismo (objeto 50 - variação 01 - qualificador 07): enviado periodicamente pelo Centro ou quando o dispositivo remoto informar que está fora de sincronismo através do byte de status indication

7.5. Serviços de Integração com o Centro de Controle

O PROPONENTE deverá incluir em sua proposta, o custo de integração dos equipamentos indicados pela CONTRATANTE conforme Tabela 3.

O desenvolvimento e atualização de banco de dados e telas, e a implementação no CSC da CONTRATANTE dentro do ambiente SCADA serão feitos pela CONTRATADA, como também os serviços de integração e configuração do protocolo DNP3.0, com base no mapeamento de pontos neste protocolo que deverá ser obrigatoriamente entregue à CONTRATANTE.

A CONTRATADA será responsável por todas as adaptações de protocolo e outras que venham a ser necessárias à integração dos Cubículos de Controle ao CSC através do sistema GSM/GPRS, devendo prever nos Testes de Aceitação em Fábrica, a disponibilização de plataformas idênticas às utilizadas neste Centro, visando a

emulação deste ambiente para verificar a perfeita compatibilidade da integração em questão.

7.6. Tabela de implementação

O Protocolo DNP 3.0 deverá ser implementado conforme detalhado nas tabelas das páginas a seguir.

8. Treinamento

Os participantes da licitação de religadores automáticos deverão incluir em sua proposta custo referente a treinamento de pessoal técnico das empresas discriminadas no item xxx deste edital, conforme abaixo descrito:

O Fabricante deverá sem exceção, cotar em separado os custos com treinamento e todos estes custos deverão ser por conta do fornecedor, conforme abaixo:

O Fabricante deverá ministrar, após o recebimento dos equipamentos no almoxarifado da empresa distribuidora da Eletrobrás, treinamento para no máximo 10 (dez) empregados, a ser realizado nas dependências da empresa, em local a ser definido após a entrega dos equipamentos, na capital do estado da área de concessão da referida empresa, com duração mínima de 5 dias úteis.

Este treinamento deverá ser ministrado em língua portuguesa, ou com acompanhamento de um intérprete (tradutor), a ser custeado pelo Fabricante.

O Fabricante deverá avisar a empresa, com antecedência mínima de 15(quinze) dias para Fabricante nacional e de 30 (trinta) dias para Fabricante estrangeiro, sobre a data do treinamento.

Tópicos que devem ser abordados no treinamento:

a) Projeto;
b) Fabricação e montagem;
c) Controle de qualidade;
d) Laboratório de testes;

O treinamento deverá abranger aspectos relacionados a operação e manutenção dos equipamentos, abrangendo os seguintes itens principais:

a) Descrição funcional dos circuitos e metodologias de aferição/calibração;
b) Ajustes e ensaios gerais do equipamento empregando quando forem o caso, os mesmos instrumentos de ensaios especiais recomendados;
c) Caso o equipamento faça uso de microprocessadores ou microcontroladores deverão ser examinados em detalhes, o "software" da unidade abrangendo o "set" de instruções, fluxograma e análise dos programas utilizados, incluindo o programa monitor.

TÍTULO: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS

TABELA DE IMPLEMENTAÇÃO

OBJECT			REQUEST (slave must parse)		RESPONSE (master must parse)	
Obj	Var	Description	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Func Codes	Qual Codes (hex)
1	0	Binary Input - All Variations	1	00,01,06		
1	1	Binary Input	1	00,01,06	129, 130	00,01
1	2	Binary Input with Status	1	00,01,06	129, 130	00,01
2	0	Binary Input Change - All Variations	1	06,07,08		
2	1	Binary Input Change without Time	1	06,07,08	129, 130	17, 28
2	2	Binary Input Change with Time	1	06,07,08	129, 130	17, 28
2	3	Binary Input Change with Relative Time	1	06,07,08	129, 130	17, 28
10	0	Binary Output - All Variations	1	00,01,06		
10	1	Binary Output			129, 130	00, 01
10	2	Binary Output Status	1	00,01,06	129, 130	00, 01
12	0	Control Block - All Variations				
12	1	Control Relay Output Block	3, 4, 5	17, 28	129	echo of request
12	2	Pattern Control Block				
12	3	Pattern Mask				
20	0	Binary Counter - All Variations	1	00,01,06		
20	1	32-Bit Binary Counter			129,130	00,01
20	2	16-Bit Binary Counter			129,130	00,01
20	3	32-Bit Delta Counter			129,130	00,01
20	4	16-Bit Delta Counter			129,130	00,01
20	5	32-Bit Binary Counter without Flag			129,130	00, 01
20	6	16-Bit Binary Counter without Flag			129,130	00, 01
20	7	32-Bit Delta Counter without Flag			129,130	00,01
20	8	16-Bit Delta Counter without Flag			129,130	00,01
21	0	Frozen Counters - All Variations	1	00,01,06		
21	1	32-Bit Frozen Counter			129,130	00,01
21	2	16-Bit Frozen Counter			129,130	00,01
21	3	32-Bit Frozen Delta Counter			129,130	00,01
21	4	16-Bit Frozen Delta Counter			129,130	00,01
21	5	32-Bit Frozen Counter with Time of Freeze			129,130	00, 01
21	6	16-Bit Frozen Counter with Time of Freeze			129,130	00, 01
21	7	32-Bit Frozen Delta Counter with Time of Freeze			129,130	00, 01

OBJECT			REQUEST (slave must parse)		RESPONSE (master must parse)	
Obj	Var	Description	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Func Codes	Qual Codes (hex)
21	8	16-Bit Frozen Delta Counter with Time of Freeze			129,130	00, 01
21	9	32-Bit Frozen Counter without Flag			129,130	00, 01
21	10	16-Bit Frozen Counter without Flag			129,130	00, 01
21	11	32-Bit Frozen Delta Counter without Flag			129,130	00, 01
21	12	16-Bit Frozen Delta Counter without Flag			129,130	00, 01
22	0	Counter Change Event - All Variations	1	06,07,08		
22	1	32-Bit Counter Change Event without Time			129,130	17, 28
22	2	16-Bit Counter Change Event without Time			129,130	17, 28
22	3	32-Bit Delta Counter Change Event without Time			129,130	17, 28
22	4	16-Bit Delta Counter Change Event without Time			129,130	17, 28
22	5	32-Bit Counter Change Event with Time			129,130	17, 28
22	6	16-Bit Counter Change Event with Time			129,130	17, 28
22	7	32-Bit Delta Counter Change Event with Time			129,130	17, 28
22	8	16-Bit Delta Counter Change Event with Time			129,130	17, 28
23	0	Frozen Counter Events - All Variations	1	06,07,08		
23	1	32-Bit Frozen Counter Event without Time			129,130	17, 28
23	2	16-Bit Frozen Counter Event without Time			129,130	17,28
23	3	32-Bit Frozen Delta Counter Event without Time			129,130	17, 28
23	4	16-Bit Frozen Delta Counter Event without Time			129,130	17, 28
23	5	32-Bit Frozen Counter Event with Time			129,130	17, 28
23	6	16-Bit Frozen Counter Event with Time			129,130	17, 28
23	7	32-Bit Frozen Delta Counter Event with Time			129,130	17, 28
23	8	16-Bit Frozen Delta Counter Event with Time			129,130	17, 28
30	0	Analog Input - All Variations	1	00,01,06		
30	1	32-Bit Analog Input			129,130	00, 01
30	2	16-Bit Analog Input			129,130	00, 01
30	3	32-Bit Analog Input without flag			129,130	00, 01
30	4	16-Bit Analog Input without flag			129,130	00, 01
31	0	Frozen Analog Input - All Variations				
31	1	32-Bit Frozen Analog Input				
31	2	16-Bit Frozen Analog Input				

OBJECT			REQUEST (slave must parse)		RESPONSE (master must parse)	
Obj	Var	Description	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Func Codes	Qual Codes (hex)
31	3	32-Bit Frozen Analog Input with Time of Freeze				
31	4	16-Bit Frozen Analog Input with Time of Freeze				
31	5	32-Bit Frozen Analog Input without Flag				
31	6	16-Bit Frozen Analog Input without Flag				
32	0	Analog Change Event - All Variations	1	06,07,08		
32	1	32-Bit Analog Change Event without Time			129,130	17, 28
32	2	16-Bit Analog Change Event without Time			129,130	17, 28
32	3	32-Bit Analog Change Event with Time			129,130	17, 28
32	4	16-Bit Analog Change Event with Time			129,130	17, 28
33	0	Frozen Analog Event - All Variations				
33	1	32-Bit Frozen Analog Event without Time				
33	2	16-Bit Frozen Analog Event without Time				
33	3	32-Bit Frozen Analog Event with Time				
33	4	16-Bit Frozen Analog Event with Time				
40	0	Analog Output Status - All Variations	1	00,01,06		
40	1	32-Bit Analog Output Status			129,130	00, 01
40	2	16-Bit Analog Output Status			129,130	00, 01
41	1	32-Bit Analog Output Block	3, 4, 5	17, 28	129	echo of request
41	2	16-Bit Analog Output Block	3, 4, 5	17, 28	129	echo of request
50	0	Time and Date - All Variations				
50	1	Time and Date	2 (see 4.14)	07 quantity = 1		
			1	07 quantity = 1	129	07 quantity = 1 00
50	2	Time and Date with Interval				
51	0	Time and Date CTO - All Variations				
51	1	Time and Date CTO			129,130	07, quantity=1
51	2	Unsynchronized Time and Date CTO			129,130	07, quantity=1
52	0	Time Delay - All Variations				
52	1	Time Delay Coarse			129	07, quantity=1

.

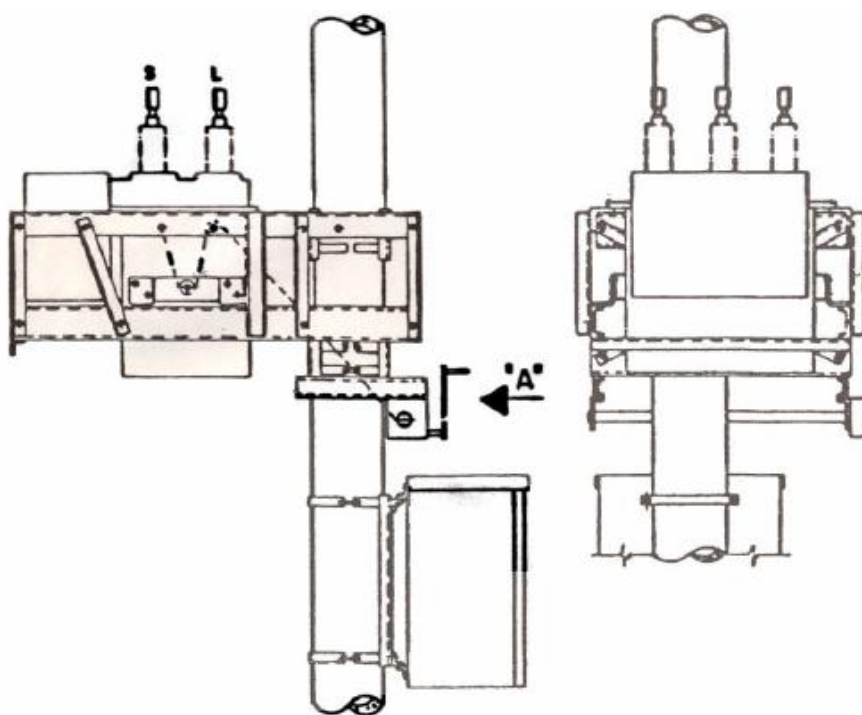
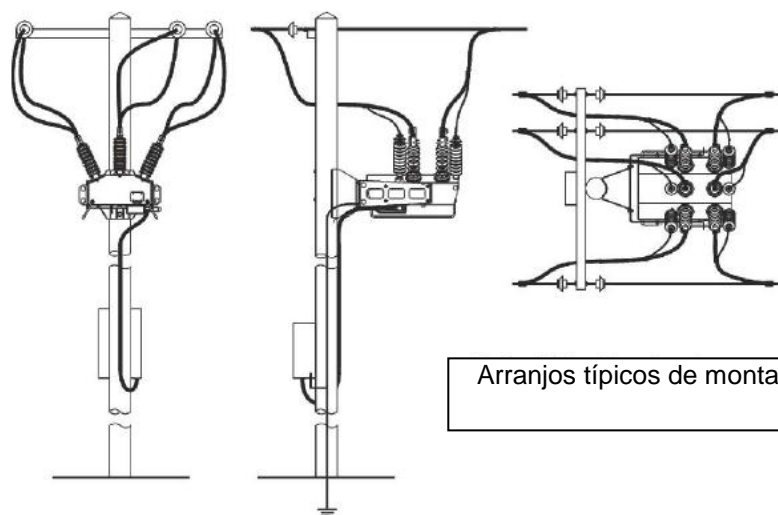
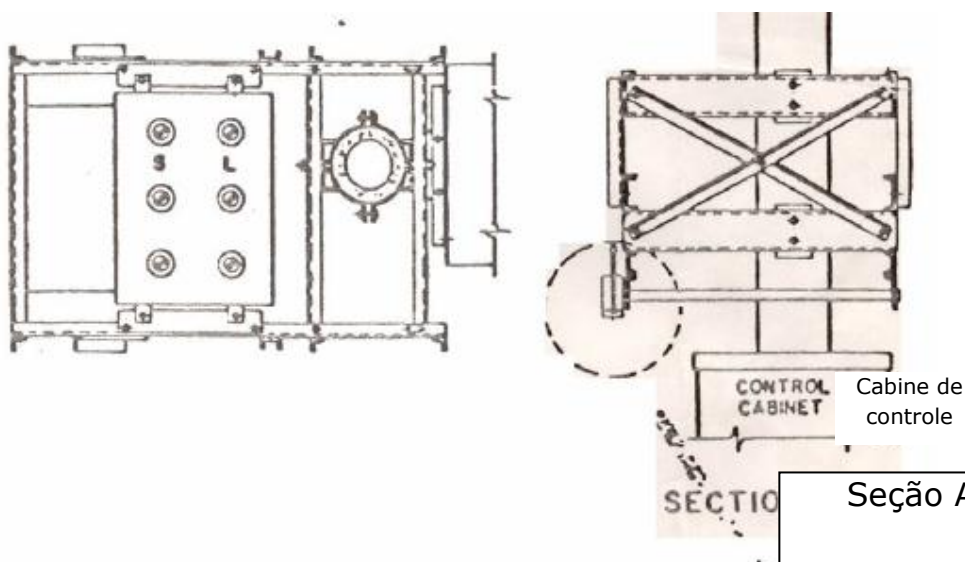
OBJECT			REQUEST (slave must parse)		RESPONSE (master must parse)	
Obj	Var	Description	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Func Codes	Qual Codes (hex)
52	2	Time Delay Fine			129	07, quantity=1
60	0	Not Defined				
60	1	Class 0 Data	1	06		
60	2	Class 1 Data	1	06,07,08		
			20, 21	06		
60	3	Class 2 Data	1	06,07,08		
			20, 21	06		
60	4	Class 3 Data	1	06,07,08		
			20, 21	06		
70	1	File Identifier				
80	1	Internal Indications				
			2	00 index=7		
81	1	Storage Object				
82	1	Device Profile				
83	1	Private Registration Object				
83	2	Private Registration Object Descriptor				
90	1	Application Identifier				
100	1	Short Floating Point				
100	2	Long Floating Point				
100	3	Extended Floating Point				
101	1	Small Packed Binary-Coded Decimal				
101	2	Medium Packed Binary-Coded Decimal				
101	3	Large Packed Binary-Coded Decimal				
		No Object	13			
		No Object	23 (see 4.14)			

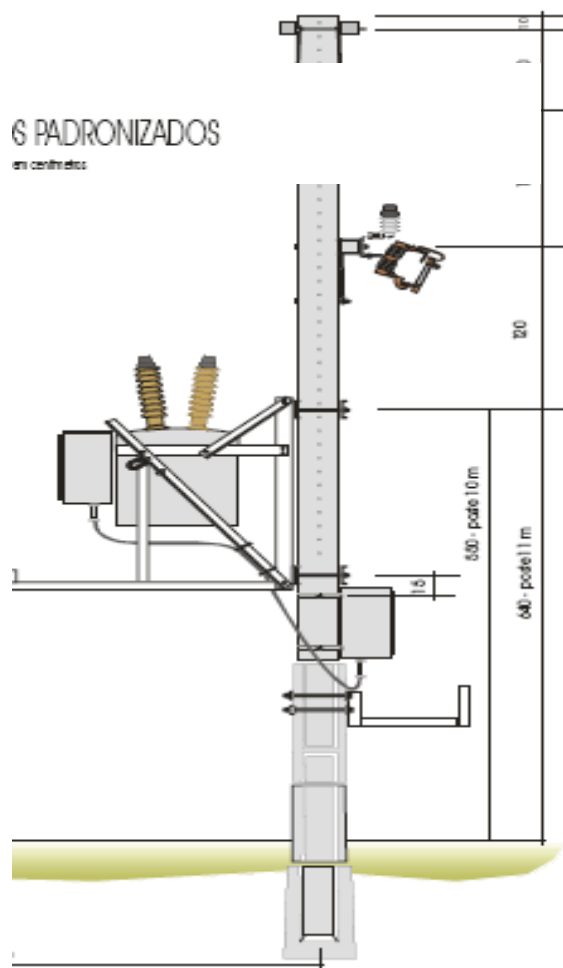
Tabela 1 – Planos de amostragem para os ensaios de rotina

Tamanho do lote	Amostra		Ac	Re
	Seqüência	Tamanho		
2 a 90	-	3	0	1
91 a 280	Primeira Segunda	8 8	0 1	2 2
281 a 500	Primeira Segunda	13 13	0 3	3 4

NOTAS:

1) Referências : Amostragem dupla, regime normal, nível especial de inspeção S1, NQA = 6,5%, conforme ABNT-NBR 5426 ou ISO 2859-1.
   - Ac → número de aceitação: número máximo de unidades defeituosas que permite a aceitação do lote.
   - Re → número de rejeição: número total de unidades defeituosas que implicam na rejeição do lote.
2) Procedimento a ser adotado para uma amostragem dupla : testar um número inicial de unidades iguais da primeira amostra da Tabela 1. Se o número de unidades defeituosas encontradas estiver compreendido entre Ac e Re (excluindo esses valores), a segunda amostra será testada. Para que o lote seja aceito o número total de unidades defeituosas que for encontrado após as duas amostras testadas deve ser igual ou inferior a maior Ac especificado.

Figura 1- Alguns arranjos típicos de montagem de religadores automáticos

S
L
CONTROL CABINET
Cabine de controle
SECTIO
Seção A

S PADRONIZADOS
em centímetros
120
880 - poste 10 m
640 - poste 11 m
15

Anexo A – Religadores Automáticos para linhas de distribuição aéreas

A.1 Dados técnicos e características garantidas

Nome do fornecedor : ....

Nome do fabricante : ....

Número da proposta: .... Item: ....

Número do Edital: ....

Número da concorrência: ....

Número de unidades ……………………………………………… Data ....../...../.......

Modelo, tipo ou número de catálogo: ………………………………………………………

Item	Descrição	Unidade	Dado ou valor
A.1.1	Tipo ou modelo do religador	-	....
A.1.2	Tipo ou modelo do controle eletrônico	-	....
A.1.3	Meio de Extinção	-	....
A.1.4	Meio isolante (gás SF6 ou sólido)	-	....
A.1.5	Ciclo de operação	-	....
A.1.6	Tensão nominal	kV	....
A.1.7	Tensão suportável à freqüência industrial: - a seco, 1 min - sob chuva, 10 s	 kV kV	 ....
A.1.8	Tensão suportável de impulso atmosférico	kV_{pico}	....
A.1.9	Freqüência nominal	Hz	....
A.1.10	Corrente nominal	A	....

A.1.11	Mínima corrente de fase para desligamento	A	....
A.1.12	Mínima corrente de terra para desligamento	A	....
A.1.13	Capacidade de interrupção	kA $_{eficaz}$	....
A.1.14	Corrente (simétrica de estabelecimento)	kA $_{pico}$	....
A.1.15	Máximo número de operações de abertura antes do bloqueio	-	....
Item	Descrição	Unidade	Dado ou valor
A.1.16	Intervalo de religamento	s	....
A.1.17	Tempo de restabelecimento	s	....
A.1.18	Elevação de temperatura sob corrente nominal em regime permanente : - contatos principais - ponto mais quente (favor indicar o local de ocorrência)	°C °C °C	....
A.1.19	É possível ajustar qualquer combinação de curvas rápidas seguidas por operações com retardo?	-	( ) Sim ( ) Não
A.1.20	É necessário mudar alguma parte do religador para ajustar: - as curvas de desligamento de fase? - as curvas de desligamento de terra?	- -	( )Sim ( )Não ( )Sim ( )Não
A.1.21	É necessário o fornecimento de qualquer outra fonte de energia além do circuito principal, para as operações dos dispositivos de abertura e fechamento?	-	( ) Sim ( ) Não
A.1.22	Caso sejam necessárias, quais são as outras fontes de alimentação requeridas pelo religador?	-	....

A.1.23	É necessário o uso de baterias para operar os dispositivos de abertura e fechamento??	-	( ) Sim ( ) Não
A.1.24	Resistência Ôhmica estimada para o circuito principal	μ.Ω	....
A.1.25	Corrente de interrupção para o carregamento de cabos	A	....
A.1.26	Tensões de Controle - nominal - máxima - mínima.	Vca/Vcc Vca/Vcc Vca/Vcc	....
A.1.27	Material dos terminais	-	....
A.1.28	O religador é equipado com sensores de tensão?	-	( ) Sim ( ) Não
A.1.29	Classe de exatidão do transformador de corrente para a carga do circuito de comando do religador	-	....
A.1.30	Classe de exatidão do sensor de tensão para a carga do circuito de comando do religador	-	....
Item	Descrição	Unidade	Dado ou valor
A.1.31	O mesmo sensor de tensão consegue executar corretamente medições em sistemas com tensão nominal de 13,8 kV e de 34.5 kV?	-	( ) Sim ( ) Não
A.1.32	A unidade de controle fornece o protocolo de comunicação DNP 3.0 para integração com um sistema Supervisor de Controle e Aquisição de Dados (SCADA)?	-	( ) Sim ( ) Não
A.1.33	A unidade de controle inclui portas seriais padrão RS-232, de acordo com essa especificação?	-	( ) Sim ( ) Não

A.2 Dados a serem fornecidos com a proposta

Item	Descrição	Referência
A.2.1	Desenhos, fotos e especificações detalhadas descrevendo as características elétricas e mecânicas dos religadores ofertados	....
A.2.2	Vista explodida (ou vistas separadas dos principais componentes) do religador mostrando os principais elementos do equipamento (incluindo as peças de reserva)	....
A.2.3	Cópia dos desenhos e dados solicitados nessa Especificação	....
A.2.4	Cópia dos relatórios dos ensaios de tipo de acordo com a seção **6.5** dessa Especificação.	....
A.2.5	Lista de fornecimentos anteriores de religadores idênticos aos ofertados, incluindo os anos de suas respectivas fabricações	....
A.2.6	Descrição detalhada dos métodos propostos para limpeza e aplicação de proteção anticorrosiva a serem usados nas superfícies internas e externas dos religadores.	....
A.2.7	Descrição de todos os acessórios disponíveis	....
A.2.8	Manual de Instruções	....
A.2.9	Anexos A, B e C dessa Especificação devidamente preenchidos (uma via para cada tipo de religador ofertado)	